

EVALUATION DES ACTIVITES DE TELEDETECTION ET DE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE DU CENTRE REGIONAL AGRHYMET

RAPPORT DE MISSION

Octobre-Décembre 2001

Financé par
U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
Projet n° AOT-C-00-99-00264-00



Rapport écrit par Alexandre C. FAIZOUN
BP 22 31310 Montesquieu Volvestre France

Janvier 2002

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE 1 SYNTHÈSE DES CONSTATS ET PROPOSITION DE STRATÉGIE ET DE PLAN D'ACTIONS.....	8
1.1 LES RESULTATS DE L'EVALUATION.....	9
1.1.1 BREVE DESCRIPTION DES ACTIVITES ET PRODUITS SIG ET TELEDETECTION DU CRA.....	9
1.1.1.1 Les activités de télédétection	9
1.1.1.2 Les activités et applications du SIG au CRA	10
1.1.1.3 La formation des cadres et l'appui en équipements des services des pays membres	11
1.2 DE L'ADEQUATION AVEC LES MANDATS DU CRA.....	12
1.2.1 RAPPEL DES MISSIONS DU CRA	12
1.3 DE L'ADEQUATION AUX ATTENTES DES PAYS MEMBRES	13
1.3.1 LES CONSTATS.....	13
1.3.2 L'ANALYSE.....	13
1.4 DE L'ADEQUATION ET DE LA PERTINENCE DES OUTILS, TECHNOLOGIES, MOYENS MATERIELS ET METHODES MIS EN ŒUVRE	15
1.5 DE L'ADEQUATION DES RESSOURCES HUMAINES ET DE L'ORGANISATION INTERNE.....	16
1.6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	17
1.7 ANNEXE 1 : DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES PRINCIPAUX PRODUITS DE TELEDETECTION ET SIG DU CRA	19
1.7.1 PRODUCTION DE CARTES D'INDICE DE VEGETATION NOAA ET AUTRES INDICATEURS DERIVES.....	20
1.7.2 ESTIMATION DES CHAMPS PLUVIOMETRIQUES	22
1.7.3 PRODUITS DE SUIVI DE LA CAMPAGNE AGRICOLE.....	24
1.8 ANNEXE 2 : PROPOSITIONS POUR LE DÉVELOPPEMENT DES ACTIVITES DE TELEDETECTION ET SIG AU CRA	31
1.8.1 INTRODUCTION.....	31
1.8.2 LES AXES POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT DES ACTIVITES TELEDETECTION ET SIG AU CRA	31
1.8.2.1 Aide à la constitution de bases de données dans les pays membres	32
1.8.2.2 Développement de lignes de produits et applications pour suppléer les réseaux d'observation au sol	32
1.8.2.3 Transfert de technologie et valorisation de l'expertise acquise pour une meilleure gestion des ressources naturelles et du suivi de l'environnement	33
1.8.2.4 Du rôle du CRA dans la mise en œuvre des grandes conventions internationales	35
1.8.3 STRATÉGIE DE MISE EN ŒUVRE DES ACTIVITES	36
1.8.3.1 Les relations avec les pays membres	36
1.8.3.2 La collaboration avec les partenaires extérieurs	37
1.8.3.3 De l'organisation interne	38
1.8.4 CONCLUSIONS	40
1.9 ANNEXE 3 : PROPOSITION DE PROGRAMME D'ACTIONS POUR LES ACTIVITES TELEDETECTION ET SIG DU CRA	41

1.9.1	APPUI AU DEVELOPPEMENT DE BASE DE DONNEES SPATIALES.....	41
1.9.2	DEVELOPPEMENT DE PRODUITS ET APPLICATIONS.....	42
1.9.3	PROMOTION DE L'UTILISATION DE LA TELEDETECTION ET DES SIG DANS LES PAYS MEMBRES	42
1.10	ANNEXE 4 : TERMES DE REFERENCE DE LA MISSION.....	44
2	: COMPTE-RENDU DE LA MISSION DANS LES PAYS MEMBRES.....	47
2.1	BURKINA FASO.....	48
2.1.1	DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE :.....	48
2.1.2	DIRECTION DE PROTECTION DES VEGETAUX (DFPV).....	49
2.1.3	DIRECTION DES AMENAGEMENTS PASTORAUX ET DU FONCIER - DAPF.....	49
2.1.4	INSTITUT GEOGRAPHIQUE DU BURKINA.....	50
2.1.5	PROGRAMME NATIONAL DE GESTION DE L'INFORMATION SUR LE MILIEU (PNGIM).....	50
2.1.6	INSTITUT D'ETUDE ET DE RECHERCHE EN AGRONOMIE (INERA).....	51
2.1.7	DIRECTION DE L'INVENTAIRE DES RESSOURCES EN HYDROLOGIE (DIRH).....	52
2.1.8	DIRECTION DES STATISTIQUES AGRICOLES.....	52
2.1.9	CONACILSS - OUAGA.....	52
2.2	TCHAD.....	53
2.2.1	DIRECTION DE PROTECTION DES VEGETAUX ET DES CULTURES (DPVC).....	53
2.2.2	LABORATOIRE DES RECHERCHES VETERINAIRES ET ZOOTECHNIQUES DE FARCHA.....	53
2.2.3	CENTRE NATIONAL D'APPUI A LA RECHERCHE (CNAR).....	54
2.2.4	DIRECTION DE LA PROTECTION DE LA FORET ET DE LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION - DPFLD (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT).....	55
2.2.5	DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET METEOROLOGIE (DREM) :.....	55
2.2.6	AGENCE POUR L'ENERGIE DOMESTIQUE ET L'ENVIRONNEMENT (AEDE).....	56
2.2.7	DIVISION DES STATISTIQUES AGRICOLES.....	57
2.3	GAMBIE.....	57
2.3.1	WATER RESOURCE.....	57
2.3.2	NATIONAL ENVIRONMENT AGENCY (NEA).....	58
2.3.3	AGRICULTURAL DEPARTMENT.....	58
2.3.4	LIVESTOCK (DEPARTEMENT DE L'ELEVAGE).....	59
2.3.5	PEST CONTROL DEPARTMENT (PROTECTION DES VEGETAUX).....	59
2.3.6	DEPARTMENT OF LAND AND SURVEYS.....	59
2.3.7	NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE (NARI).....	60
2.4	MALI.....	60
2.4.1	DIRECTION NATIONALE DE L'AMENAGEMENT HYDROGRAPHIQUE ET DIRECTION NATIONALE DE LA CONSERVATION DE LA NATURE.....	60
2.4.2	DIRECTION NATIONALE DE L'APPUI AU MONDE RURAL (DNAMR).....	61
2.4.3	DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE (DMN).....	61
2.4.4	DIRECTION NATIONALE DE L'AMENAGEMENT ET DE L'EQUIPEMENT RURAL (DNAER)....	62
2.4.5	INSTITUT DE L'ECONOMIE RURALE (IER).....	63
2.4.6	SERVICE DE LA PROTECTION DES VEGETAUX (SPV).....	63
2.5	NIGER.....	64
2.5.1	DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE :.....	64
2.5.2	DIRECTION DE LA PRODUCTION ANIMALE (DPA).....	64

Liste des abréviations

- CILSS : Comité Inter-Etats pour la Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
- CNRS : Centre National de Recherche Scientifique (France)
- CNRST : Centre National de Recherche Scientifique et Technique (Canada)
- CRA : Centre Régional AGRHYMET
- NDVI : Normalized Difference Vegetation Index (Indice normalisé de Végétation)
- NASA : National Aeronautics and Space Agency
- NOAA : National Oceanic and Atmospheric Agency (Agence américaine de météorologie et océanologie)
- NOAA/AVHRR : Advance Very High Resolution Radiometer de la NOAA (satellite de la NOAA)
- NOAA/HRPT : High Resolution Picture Transmission (mode de transmission des données du satellite NOAA/AVHRR)
- USAID : United States Agency for International Development (Agence Américaine d'Aide au Développement)
- USGS : United States Geological Survey (USA)

♦ Burkina Faso

DNM :	Direction Nationale de la Météorologie
DFPV :	Direction de la Protection des Végétaux
DAPF :	Direction des Aménagements Pastoraux et Fonciers
IGB :	Institut Géographique du Burkina
PNGIM :	Programme National de Gestion de l'information sur le Milieu
INERA	Institut d'Etudes et de Recherche en Agronomie
DIRH	Direction de l'inventaire des Ressources en Hydrologie
DSA	Direction des Statistiques Agricoles
CONACILSS	Comité National du CILSS

♦ Tchad

DPVC	Direction de Protection des Végétaux et des cultures
LRVZF	Laboratoire des Recherches Vétérinaires et Zootechniques de Farcha
CNAR	Centre National d'Appui à la Recherche
DF	Direction de la Forêt (Ministère de l'Environnement)
DREM	Direction des Ressources en Eau et Météorologie
AEDE	Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement

♦ Gambie

DWR	Department of Water Resources
NEA	National Environment Agency
DoSA	Department of State of Agriculture
DoSL	Department of State of Livestock (Elevage)
PCD	Pest control Department (Protection des végétaux)
DLS	Department of Land and surveys
NARI	National Agricultural Research Institute

♦ Mali

DNHE	Direction Nationale de Hydraulique et de l'Energie
DNCN	Direction Nationale de la Conservation de la Nature
DNAMR	Direction Nationale de l'Appui au Monde Rural
DNM	Direction Nationale de la Météorologie
DNAER	Direction Nationale de l'Aménagement et de l'Equipement Rural
IER	Institut de l'Economie Rurale (IER)
SPV	Service de la protection des Végétaux

Synthèse du rapport

Le CRA a acquis incontestablement une grande expertise dans les domaines de la télédétection et du Système d'Information Géographique. Cette expertise a été acquise notamment à travers des collaborations nouées depuis le début avec des agences internationales qui jouent un rôle majeur dans ces domaines.

Ainsi le CRA a pu se doter de ressources humaines mais également de produits et applications qui ont un intérêt certain pour les applications agro-météorologiques notamment. Toutefois, ce développement a été réalisé principalement à travers différentes études pilotes sans que le CRA se soit doté de véritables programmes dans ces domaines.

Cette expertise acquise a été diffusée vers les pays membres du CILSS principalement à travers trois axes :

- la formation des cadres pour laquelle des efforts très importants ont été consentis par le CRA qui a assuré la formation dans chaque pays membre de dizaines de cadres,
- la mise à disposition des images prétraitées acquises à partir des stations de réception d'images satellites que possède le CRA,
- la mise à disposition de matériels et logiciels.

Toutefois, cette stratégie de diffusion de l'expertise acquise se solde pour le moment par une très faible sinon une quasi absence d'utilisation effective des outils et produits développés par le CRA. A une exception près, la seule utilisation courante de ces images est l'illustration des bulletins de suivi de la campagne, alors que le potentiel représenté par le savoir-faire acquis par le CRA va bien au delà.

Les raisons de cette situation sont multiples, les principales étant :

- La faible institutionnalisation du partenariat avec les services techniques avec lesquels les relations ne sont pas toujours formalisées avec une identification claire des objectifs et résultats attendus.
- Le fait que le CRA n'a pas pris soin jusqu'ici de transférer dans ces services de véritables chaînes de production directement utiles par rapport à leurs mandats.
- La faible implication des services techniques des pays membres dans l'élaboration des produits.
- Les difficultés d'accès des services techniques aux images satellites détenues par le CRA notamment les images NOAA
- Le faible développement des bases de données spatiales dans les pays membres

Cette faible utilisation dans les pays membres des produits et outils développés par le CRA constitue une faiblesse majeure du programme. En effet, la vocation du CRA est aussi et surtout d'être au service des pays. Par conséquent, l'expertise disponible au niveau du CRA doit progressivement se retrouver dans les pays si on ne veut pas assister à une cassure entre celui-ci et ses partenaires naturels que sont ces services techniques.

Cette situation peut malgré tout se comprendre dans la mesure où le CRA était lui-même dans une phase d'acquisition de ces outils et techniques. Avec l'expertise acquise à présent, il paraît essentiel à l'avenir de faire en sorte que le CRA, devenu un centre d'excellence dans ces domaines, se consacre à développer l'utilisation effective de ses produits et outils dans les pays membres.

En particulier, le CRA ***doit viser à devenir un centre de promotion de la télédétection et du SIG comme outil de gestion des ressources naturelles et de l'environnement. Le CRA doit rester en pointe en développant constamment de nouveaux produits/applications et méthodes tout en veillant à leur transfert et leur valorisation***

effective dans les états membres. Au CRA la recherche et l'appui technique, aux services techniques des pays membres la production et l'analyse.

Ceci suppose qu'à l'avenir le CRA se dote :

- d'un programme cadre régional pour aider à la constitution dans les pays membres des bases de données thématiques
- de véritables programmes de recherche appliquée dans le but de développer des produits et applications notamment en vue de suppléer l'absence ou la faiblesse des dispositifs d'observation au sol dans les pays membres
- d'un plan d'actions pour transférer dans les pays membres l'expertise acquise en vue de leur valorisation effective pour la sécurité alimentaire, une meilleure gestion des ressources naturelles et le suivi de l'environnement

Pour atteindre ces objectifs, la stratégie suggérée est de nouer un véritable partenariat avec les services techniques nationaux. Ce partenariat nécessitera la signature d'accords sur la base d'objectifs et d'engagements mutuels clairement définis. Bien entendu, l'objectif principal sera l'appropriation par les services techniques des produits et méthodes développés par le CRA en matière de télédétection et SIG et leur valorisation effective.

Le CRA devra également se doter de programmes de recherche appliquée pour le développement de ces produits et méthodes. Ces programmes devront être élaborés en collaboration avec les instituts de recherche des pays membres à partir notamment des besoins des services techniques. Ces programmes serviront ainsi de base à l'avenir pour orienter le CRA dans la recherche de partenaires extérieurs.

Ce faisant le CRA jouera pleinement son rôle et surtout se positionnera progressivement comme l'interlocuteur et le partenaire naturel des services techniques des pays membres dans ces domaines que sont la télédétection et le SIG.

INTRODUCTION

Le présent rapport de mission est relatif à une étude financée par l'USAID et visant à évaluer les activités conduites par le Centre Régional AGRHYMET en matière de télédétection et de Système d'Information Géographique (SIG). Suivant les termes de référence de la mission, (voir annexe 4), cette évaluation des activités vise notamment à analyser :

- l'adéquation aux mandats du centre
- l'adéquation aux attentes des pays membres
- l'adéquation et la pertinence des outils, technologies, moyens matériels et méthodes mis en œuvre
- l'adéquation du personnel et des ressources humaines
- la pertinence de l'organisation interne mise en place pour la mise en œuvre des activités

Le but ultime assigné à la mission est de déboucher sur des propositions concrètes pour doter le centre d'une politique et d'une stratégie cohérentes de déploiement de ces activités télédétection et SIG dans le futur.

Dans le cadre de cette étude et conformément aux termes de référence, en plus des discussions avec les cadres du CRA, des visites ont été effectuées auprès de certains des pays membres du CILSS dans le but de :

- identifier clairement les attentes des utilisateurs tant au niveau des produits que de leur diffusion et du support technique pour leur valorisation
- proposer les outils, technologies, matériels et moyens à mettre en œuvre pour satisfaire ces attentes
- positionner clairement le centre par rapport aux autres structures nationales des états membres du CILSS
- définir les modalités et formes de partenariat à nouer avec les structures nationales en vue d'une meilleure synergie et surtout d'une meilleure valorisation des produits dans les actions et projets de développement

Le présent rapport sera organisé en deux parties.

- Une première partie qui en accord avec les termes de référence résumera les principaux constats d'abord au niveau du CRA puis au niveau des pays avant de faire des propositions pour la poursuite des activités dans le futur.
- Une seconde partie qui résumera le déroulement des visites dans les pays membres. Ces visites qui ont concerné le Mali, la Gambie, le Tchad et le Burkina Faso et le Niger ont été effectuées entre le 28 Octobre et le 30 Novembre 2001.

La première partie représente l'analyse ainsi que les conclusions et propositions propres au consultant au terme de la mission et des entretiens qu'il a eu tandis que la seconde partie résume les opinions recueillies au cours de la mission.

Chapitre 1 SYNTHÈSE DES CONSTATS ET PROPOSITION DE STRATÉGIE ET DE PLAN D'ACTION

1.1 LES RESULTATS DE L'EVALUATION

1.1.1 BREVE DESCRIPTION DES ACTIVITES ET PRODUITS SIG ET TELEDETECTION DU CRA

1.1.1.1 Les activités de télédétection

Les activités de télédétection au CRA sont organisées autour des principales infrastructures dont s'est doté le Centre à savoir les stations de réception de données de satellites à moyenne résolution spatiale NOAA et METEOSAT.

Les capteurs embarqués sur ces satellites délivrent des images brutes dont la résolution est d'environ 1 km (NOAA/HRPT) et 5 km (METEOSAT). De tels satellites sont des outils peu coûteux permettant de décrire l'état des ressources naturelles et de l'atmosphère. Toutefois le niveau de détail des images qu'ils fournissent ne permet pas d'aller vers des études au niveau des parcelles de production agricole.

Ces données brutes reçues au CRA, après archivage et pré-traitement servent principalement à réaliser des produits à valeur ajoutée qui peuvent être regroupés en deux catégories :

- les produits descriptifs
- les produits quantitatifs

Les produits descriptifs

L'expertise acquise par le CRA en matière de télédétection a notamment permis à ce jour de mettre en place des outils permettant de réaliser :

- des cartes d'indice normalisé de végétation (cartes NDVI) décrivant l'état de la végétation (ou plus exactement de l'état du rayonnement photosynthétique actif)
- des cartes décrivant l'état des ressources en eau de surface et notamment des mares et plans d'eau

Les produits quantitatifs

Au delà des produits purement descriptifs mentionnés ci-dessus, les efforts du CRA, en conformité avec son mandat ont également porté sur l'élaboration d'outils permettant d'extraire des informations quantitatives à partir des données fournies par les satellites. Dans cette gamme de produits, trois se dégagent largement qui sont :

- l'estimation des champs pluviométriques
- l'estimation du rendement (notamment de mil)
- l'estimation de la biomasse

Même si ces produits quantitatifs sont à différents stades de développement, ils sont la preuve incontestable de l'expertise acquise par le CRA. Ils traduisent aussi et surtout la volonté du CRA de valoriser cette expertise à travers des produits répondant de plus en plus à des problématiques rencontrées dans la sous-région.

A côté de ces produits qui sont réalisés de manière régulière et presque opérationnelle, le CRA s'est intéressé, notamment à travers des projets à d'autres types de capteurs ou technologies de télédétection qui présentent potentiellement un intérêt.

C'est ainsi que le Centre a notamment au milieu des années 1990 consacré un grand effort à l'exploration des possibilités offertes par la vidéographie aérienne qui est une technique

visant à fournir à faible coût des données d'observation de la Terre avec un niveau de détail assez fin.

Le Centre a également consacré récemment une étude avec des données des satellites à moyenne résolution spatiale (100 à 200 m) qui offrent pour un coût très modique des données avec une résolution compatible avec des études à l'échelle du 200.000 ieme. Il faut signaler que cette échelle est celle de la carte topographique de base dans la plupart des pays membres du CILSS.

Enfin parmi les grandes études, il faut signaler également le projet Land Use Land Cover en cours de réalisation et qui vise à explorer les possibilités d'utilisation des données de satellite à haute résolution (moins de 50m) pour réaliser des cartes d'occupation et d'utilisation des sols.

Ces différents projets visent à étendre la gamme de produits et d'expertise offerts par le CRA mais n'ont pas débouché pour l'instant sur des utilisations opérationnelles. Il faut juste signaler ici pour le déplorer que bien souvent ces projets sont initiés par des partenaires extérieurs avec une faible implication des cadres du CRA, ce qui se traduit souvent par une très faible appropriation des résultats par le Centre.

Longtemps ces données ont été mises à la disposition des pays membres sous la forme de posters qui limitaient fortement les possibilités d'exploitation de ces données par les bénéficiaires. Conscient de la situation, le CRA a depuis quelques années opté pour l'envoi dans les pays exclusivement de produits numériques (à l'exception de la Mauritanie et à la demande de cette dernière). L'envoi des données numériques se fait par différents moyens : envoi des fichiers par courrier électronique, envoi de disquettes et CD-ROM par courrier accéléré (DHL).

Enfin sur le plan de la valorisation de ces données, il faut signaler qu'elle se fait principalement à travers le bulletin du Centre qui est publié pendant la campagne agricole. Ce bulletin est notamment illustré par les synthèses de NDVI et leurs comparaisons à d'autres années antérieures afin de dégager les principales tendances de la campagne agricole et d'identifier les zones potentiellement déficitaires ou excédentaires.

Outil destiné principalement aux décideurs politiques et partenaires au développement, ce bulletin est conçu et réalisé par le Centre. La conséquence est qu'il apparaît trop synthétique, ce qui s'explique à la fois par son format et son mode de réalisation. En effet, la réalisation du bulletin au CRA oblige à travailler sur des images représentant l'ensemble des pays du CILSS. De ce fait, il n'est évidemment possible d'identifier les problèmes éventuels que si ceux-ci concernent une région très étendue (minimum plusieurs milliers de km²). De ce fait, l'analyse proposée prend le risque d'ignorer bon nombre de phénomènes et d'apparaître finalement peu fiable et donc de faible intérêt pour les techniciens.

1.1.1.2 Les activités et applications du SIG au CRA

Introduites progressivement comme complément aux produits de télédétection, le système d'information géographique au CRA est censé aider le CRA à :

- constituer une base de données numérique à référence spatiale pour l'ensemble des pays du CILSS
- augmenter les capacités d'analyse et de prévision grâce à une meilleure prise en compte de la dimension spatiale dans le traitement des données et la production d'information
- se doter de la capacité d'apporter une assistance aux utilisateurs (personnes, institutions et/ou organismes) externes sous forme de prestations de services

Au regard de ces objectifs, une réussite indéniable de l'introduction du SIG au CRA est la large diffusion de cet outil au niveau des cadres du Centre. Ainsi peut on noter que les experts thématiques ont pour la plupart acquis une bonne maîtrise de l'outil pour en faire une utilisation efficace dans leur domaine de compétence.

Un autre acquis important du CRA dans le domaine du SIG est la formation des cadres des pays membres, formation qui a contribué au moins à sensibiliser ces cadres aux potentialités offertes par l'outil SIG.

La principale faiblesse observée au niveau des activités SIG est relative à la constitution des bases de données topographiques. Il faut signaler que celles-ci constituent pourtant l'information de base autour de laquelle peuvent se réaliser les différentes analyses thématiques. Cette faiblesse s'explique en partie par la difficulté du Centre à obtenir les cartes de base. Mais de façon plus fondamentale les difficultés viennent du fait qu'il est irréaliste pour le Centre de vouloir par lui-même réaliser ce travail de constitution des bases de données topographiques.

Pour mémoire, la réalisation de la base de données topographique du Burkina Faso par l'Institut Géographique du Burkina Faso (au 1:200.000 ème) a mobilisé environ une dizaine de personnes sur plusieurs années, ce qui donne une idée de l'ampleur de la tâche à l'échelle de l'ensemble des pays du CILSS.

Il est évident que le CRA ne dispose pas telles ressources humaines, sans compter que la réalisation de ce travail par le CRA le mettrait en opposition avec les services cartographiques des pays membres dont c'est le mandat.

Enfin, il faut noter que l'expertise acquise par le CRA en matière de SIG semble se valoriser désormais principalement à travers des prestations de services auprès de clients extérieurs. Même si ces activités contribuent à l'acquisition d'expertise et au développement de méthodologie par le CRA, cette orientation est très discutable au moins pour deux raisons.

La première, fondamentale est que dans un contexte où les pays membres manquent encore de bases de données géographiques, le CRA est plus attendu dans un rôle de leader régional pour aider ces pays à se doter de ces infrastructures. Il faut effet signaler que en l'absence d'une telle force de proposition et d'entraînement, le Burkina Faso est le seul pays membre du CILSS a avoir réussi pour le moment à numériser l'ensemble de ses cartes topographiques (notamment au 1:200.000) pour se doter de bases de données topographiques. La priorité pour le CRA devrait donc être d'engager une réflexion et des actions pour combler ce déficit et créer dans les pays les conditions pour un essor véritable des SIG.

La seconde est en rapport avec les mandats du CRA qui est une institution publique internationale bénéficiant de subventions et qui en principe ne peut sur le plan strictement juridique être mis en compétition (ce qui est le cas) avec des opérateurs commerciaux.

1.1.1.3 La formation des cadres et l'appui en équipements des services des pays membres

Un autre point fort à noter au niveau des activités de télédétection est que l'effort de développement de produits à plus forte valeur ajoutée est complété par un effort incontestable de formation des cadres des pays membres. L'objectif visé est de diffuser l'expertise ainsi acquise. Cette formation a couvert aussi bien la télédétection que le SIG

avec une bonne part consacrée à l'utilisation des produits réalisés par le CRA et la maîtrise des logiciels nécessaires à cette utilisation.

Cet effort de formation a logiquement dans un premier temps surtout porté sur l'initiation à ces nouveaux outils. Actuellement les modules de formation sont de plus en plus complexes et plus orientés vers la réalisation de produits et applications à valeur ajoutée afin de donner aux bénéficiaires la capacité de tirer encore plus profit des outils.

L'appui matériel du CRA aux pays membres est aussi une dimension de l'action du Centre dans le développement de la télédétection et du SIG. Cet appui s'est matérialisé principalement par la mise à disposition dans chaque pays membre d'ordinateurs, de logiciels et aussi de tables à numériser.

1.2 DE L'ADEQUATION AVEC LES MANDATS DU CRA

1.2.1 RAPPEL DES MISSIONS DU CRA

Le Comité Inter Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) a été créé en 1973 suite aux différentes sécheresses catastrophiques qui ont causé des pertes en vies humaines et d'une bonne partie du cheptel. Le CILSS regroupe neuf pays qui sont : le Burkina Faso, le Cap Vert, la Gambie, la Guinée-Bissau, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal et le Tchad.

Institution spécialisée du Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), le Centre Régional AGRHYMET (CRA) a pour mandat principal de contribuer à la réalisation des objectifs du CILSS et notamment ceux concernant la sécurité alimentaire, la contribution à l'augmentation de la production agricole et la gestion des ressources naturelles.

Les activités du CRA sont désormais organisées en deux programmes majeurs : le programme majeur Formation et le programme majeur Information dont relèvent les activités faisant l'objet de la présente évaluation.

De manière spécifique, les objectifs du programme majeur information sont de fournir aux décideurs et acteurs une information pertinente en vue d'une prise de décision plus rationnelle sur les questions relatives à la sécurité alimentaire, à la gestion des ressources naturelles et à l'environnement au Sahel.

Cet objectif est supposé se traduire par deux principaux résultats à savoir :

- le renforcement des systèmes d'information pour la sécurité alimentaire dans tous les pays membres du CILSS et en Afrique Côtière
- une meilleure connaissance de l'état et de l'évolution des ressources naturelles et de l'environnement au Sahel et en Afrique côtière.

Les activités liées à la télédétection et au système d'information géographique ont été introduites au CRA depuis près d'une décennie et ont bien entendu vocation à contribuer à ces résultats.

Au regard des mandats et objectifs du CRA, l'introduction de la télédétection et du SIG semble parfaitement justifiée d'autant que comme beaucoup de pays africains, les pays membres du CILSS manquent d'outils et de dispositifs d'observation et de suivi des ressources naturelles. Toutefois, si les activités observées dans les domaines de la télédétection et du SIG apparaissent en accord avec les objectifs du CRA, il est fortement

souhaitable que celui-ci se montre plus ambitieux à l'avenir; compte tenu de l'expertise acquise et des moyens matériels et humains dont il dispose. En particulier pour jouer un rôle plus actif dans la recherche d'outils et méthodes pouvant aider les pays et leurs services techniques à tirer profit des données satellites notamment pour suppléer un tant soit peu les carences en matière de dispositifs d'observation des ressources naturelles.

1.3 DE L'ADEQUATION AUX ATTENTES DES PAYS MEMBRES

Dès l'introduction de la télédétection et du SIG au CRA, les produits et applications ont été conçus pour être utilisés à la fois par les différentes composantes du CRA mais aussi par les partenaires dans les états membres. De ce fait, depuis plus d'une dizaine d'années les produits de télédétection ont été diffusés dans les pays, dans un premier temps sous la forme de posters puis progressivement sous forme numérique.

Cette évolution vers la diffusion sur support numérique a été motivée notamment par le souci de mettre à la disposition des utilisateurs des données dont ils peuvent tirer profit en leur appliquant leurs propres traitements. Au cours des visites dans les pays, l'objectif a été surtout de voir quel est l'impact des activités menées par le CRA et leur adéquation avec les attentes dans les pays.

1.3.1 LES CONSTATS

Dans chaque institution visitée et ce quel que soit le pays, les efforts réalisés par le CRA en matière d'équipement et de formation des cadres locaux sont reconnus et salués. Bien entendu, il y a toujours des attentes dans le domaine de la formation notamment du fait de la mobilité des cadres. Malgré ces efforts, nulle part il n'a été présenté le moindre produit ou information dérivé des données recueillies au CRA à une exception notable près, celle de la Direction des Productions Animales du Niger.

Ce cas mis à part, il faut noter d'ailleurs que partout au cours de ces missions dans les pays, les institutions visitées (y compris les points focaux du CRA) ont toutes indiqué ne plus recevoir les données (aussi bien METEOSAT que NOAA/NDVI) depuis au moins deux années. En dehors de la Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie du Tchad, aucun de ces services n'a toutefois entrepris la moindre démarche pour s'enquérir des raisons de cette défaillance.

Mieux, si dans chaque institution visitée, les interlocuteurs ont toujours mis en avant des utilisations qu'ils auraient pu faire des données, ceci reste des affirmations qu'ils n'ont guère étayées par des réalisations concrètes qui ont pu être faites à partir des données reçues par le passé.

Le travail réalisé est souvent limité à l'utilisation des images pour illustrer les bulletins de suivi de la campagne agricole, travail collectif réalisé dans chaque pays par le Groupe de Travail Pluridisciplinaire. Pour ce travail, ces services se procurent auprès du projet FEWS des données NDVI qui sont à une résolution spatiale dégradée (4-5 kms).

1.3.2 L'ANALYSE

Alors que partout les interlocuteurs ont reconnu les efforts en matière d'équipements (qui ont été montrés pendant les visites) et de formation (dans la plupart des institutions nombre des interlocuteurs en ont profité), nulle part il n'a pu être observé le moindre produit ou information dérivé des données recueillies au CRA à une exception notable près, celle de la Direction des Productions Animales du Niger.

S'il ne nous appartient pas ici d'établir la véracité des affirmations concernant la réception ou non des produits, les visites (réalisées en compagnie d'un expert du CRA) ont mis en lumière une réalité qui est celle-là incontestable et plus préoccupante : la faible valorisation pour ne pas dire l'absence de valorisation des produits de télédétection et SIG du CRA dans les pays.

Il est évident que l'utilisation des images comme simple illustration de bulletins jugés par ailleurs de faible intérêt par les interlocuteurs ne peut suffire dans la mesure où le potentiel de ces produits est plus vaste comme le montrent les applications développées par le CRA.

En toute logique, rien ne peut laisser penser que les institutions visitées (dont toutes celles participants aux GTP des différents pays) dissimulent volontairement leurs productions. Par conséquent, la seule explication qui apparaît est cette situation indique clairement que ces institutions manquent de réelles utilisations pratiques et opérationnelles de ces produits de télédétection/SIG. Dans le cas contraire, elles auraient sans aucun doute cherché à trouver une solution à cette absence de données dont, en supposant qu'elle soit vraie, elles semblent pour la plupart se contenter sans réagir à l'exception notamment de la Direction des Productions Animales du Niger.

La situation dans cette dernière institution est en effet exemplaire de ce qui aurait dû être observée partout ailleurs. En effet, cette direction a réussi à développer un modèle d'estimation de biomasse et de capacité de charge à partir des données NDVI produites par le CRA. L'information ainsi élaborée par la Direction des Productions Animales du Niger est ensuite valorisée à travers des recommandations transmises aux différentes autorités (centrales et locales) du Niger pour aider à anticiper et gérer les parcours de transhumance et les risques éventuels de conflits entre différents utilisateurs des ressources naturelles. Ce produit a acquis au sein de l'institution une telle importance que les cadres de la Direction des Productions Animales du Niger conçoivent désormais difficilement de ne pas recevoir les données du CRA et se mobilisent pour obtenir ces données aussi rapidement que possible.

Cet exemple, au delà de la proximité géographique de ce service avec le CRA traduit bien le fait que c'est l'absence d'applications et d'outils adaptés à leurs besoins spécifiques qui rend les institutions bénéficiaires peu réceptives malgré les efforts réalisés par le CRA. Il faut noter par ailleurs que cette institution a bénéficié pour développer son modèle d'estimation de biomasse de l'appui pendant plusieurs années de l'USAID, appui qui lui a permis d'acquérir ses propres outils et ne s'appuyer sur le CRA que principalement pour les données et la formation continue des cadres.

Pour prendre un autre exemple, il y a le cas des services de météorologie qui sont très intéressés par les champs pluviométriques, compte tenu de la faible densité de leur réseau de collecte au sol. La situation actuelle est que ces centres doivent envoyer, avec des délais plus ou moins longs leurs relevés pluviométriques au CRA qui se charge directement et seul d'estimer ces champs pluviométriques pour l'ensemble des pays du CILSS. Cette information est ensuite renvoyée aux services météorologiques avec bien entendu un délai qui la rend de peu d'intérêt au bout du compte.

Ce constat fait dans les pays semble donc traduire une forme d'inadéquation entre les besoins réels de ces institutions et l'offre (données/logiciels/formation) mise à leur disposition jusqu'ici par le CRA et qui visiblement ne permet pas à ce jour d'obtenir un impact plus important sur les activités opérationnelles de ces institutions.

Toutefois cette situation s'explique assez facilement si on se rappelle les objectifs principaux du programme majeur Information du CRA (dont relèvent les activités de télédétection et de SIG) : fournir aux décideurs et acteurs une information pertinente en vue d'une prise de

décision plus rationnelle sur les questions relatives à la sécurité alimentaire, à la gestion des ressources naturelles et à l'environnement au Sahel.

A partir de cet objectif il est facile de comprendre que l'accent soit surtout mis sur l'utilisation de la télédétection et du SIG comme outils descriptifs destinés à illustrer notamment dans des bulletins l'évolution entre autres du front de végétation durant la campagne agricole. Cette information très synthétique est jugée de l'avis de la plupart des interlocuteurs y compris les représentants locaux du CILSS dans les pays visités (secrétaires permanents du CONACILS) comme très peu détaillée et finalement d'un intérêt très discutable.

Il est évident que les centres d'intérêt des services techniques nationaux qui sont les premiers partenaires potentiels du CRA sont bien loin de cela. Par ailleurs, la complexité des outils télédétection et SIG et l'absence de cadres ayant bénéficié de formation spécifique de longue durée sur ces outils limitent d'autre part la capacité de ces institutions à s'approprier ces outils pour développer directement des produits à valeur ajoutée à partir de l'information brute fournie par le CRA.

De part son expérience et son expertise le CRA reste donc l'instrument le plus adapté pour développer les outils pouvant aider les institutions partenaires des pays membres à trouver dans la télédétection et le SIG les réponses à moindre coût à certains de leurs besoins en matière de gestion des ressources naturelles.

La démarche adoptée par le Programme Majeur Information du CRA qui a consisté à développer des méthodologies d'estimation des rendements agricoles à partir entre autres de données de télédétection (champs pluviométriques issus de METEOSAT) puis à en faire ensuite une chaîne de traitement informatisée qui est en cours de transfert dans les pays (avec la formation adéquate des cadres locaux) paraît une voie intéressante à explorer.

1.4 DE L'ADEQUATION ET DE LA PERTINENCE DES OUTILS, TECHNOLOGIES, MOYENS MATERIELS ET METHODES MIS EN ŒUVRE

Ayant bénéficié dans la quasi totalité des cas de l'appui d'experts venus de grandes institutions ou organismes travaillant dans les domaines de la télédétection et du SIG, le CRA apparaît très en pointe dans la réalisation de ses produits, tant au niveau des outils (logiciels notamment) que des moyens matériels et des méthodes utilisées.

La méthodologie d'estimation des champs pluviométriques actuellement utilisée par le CRA mériterait cependant d'être revue au moins sur deux plans :

- L'utilisation de paramètres identiques pour l'ensemble des pays du CILSS : il paraît en effet très discutable d'imaginer, même dans un modèle purement statistique que les mêmes paramètres puissent être utilisés pour estimer les champs pluviométriques dans des pays côtiers comme le Sénégal et dans des pays très continentaux comme le Tchad ou le Niger.
- Le très faible nombre de points d'observation au sol utilisés pour le modèle qui introduit un trop grand biais dans les estimations et nuit à la fiabilité des résultats.

Le contrecoup de l'appui d'experts extérieurs est que le CRA est encore dépendant de cette expertise extérieure au niveau notamment du développement de logiciels de traitement. Ainsi le changement de satellite NOAA (passage de NOAA 14 à NOAA 16) a-t-il entraîné une rupture dans la production faute de mise à jour des outils. Cette mise à jour dépendait de la disponibilité de l'USGS qui est le partenaire du CRA et le propriétaire du logiciel de pré-traitement (LAS) utilisé au Centre. Dans le même ordre, les outils développés pour l'estimation des champs pluviométriques ont dû être repris après le départ de l'assistant technique qui a travaillé à leur développement.

Ceci met en lumière une autre insuffisance observée et qui a trait à la documentation des produits et outils développés par le Centre. Cette situation est d'autant plus dommageable qu'elle amène le CRA à devoir reprendre des années de travail suite au départ du CRA de la personne en charge de cette activité. Une autre conséquence de ce manque de documentation (mais cette fois-ci au niveau des méta-données) est la perte de temps pour les utilisateurs parfois obligés de consacrer du temps à la recherche des informations nécessaires à la bonne exploitation des produits dont ils sont bénéficiaires.

Enfin il faut signaler la très faible exploitation qui est faite par le CRA des possibilités offertes par la mise en réseau de l'ensemble de son parc informatique. En effet, alors que l'ensemble des équipements est en réseau, les logiciels de télédétection et de SIG (qui sont souvent très coûteux) sont acquis avec des licences mono-postes. La première conséquence de cette situation est que les logiciels ne sont accessibles et utilisables que sur les postes où ils ont été installés avec leurs clés (ces logiciels étant souvent protégés par une clé physique). De ce fait, l'exploitation de ces logiciels (et donc le nombre de licences à acquérir par le CRA) n'est pas optimisée en fonction des besoins. Une autre conséquence de l'utilisation de licences mono-postes est la multiplication des versions du même logiciel dans le Centre, certains postes de travail étant plus à jour que d'autres.

Enfin, il serait souhaitable que le CRA, pour faciliter l'accès aux données (brutes et produits élaborés), trouve les moyens de tirer profit de la puissance des logiciels de SIG et des systèmes de gestion de bases de données afin de proposer aux utilisateurs des solutions (notamment graphique) plus conviviale et plus souples pour obtenir les données et travailler sur leurs zones et thèmes d'intérêt. Les solutions à envisager pourraient s'inspirer de ce qui se fait par exemple sur les serveurs des grandes sociétés commercialisant les images satellites où l'utilisateur peut sur une interface graphique délimiter sa zone d'intérêt et la période puis se voir proposer l'ensemble du catalogue ainsi que des "quick-looks". Des réflexions semblent exister déjà dans ce sens et il serait bon qu'elles soient poursuivies et des solutions trouvées par exemple en collaboration avec le projet de Système de Gestion de Banque de Données Régionale (SGBDR).

1.5 DE L'ADEQUATION DES RESSOURCES HUMAINES ET DE L'ORGANISATION INTERNE

Même si le personnel affecté aux activités liées à la télédétection et au SIG se plaint souvent d'une charge trop importante de travail, il ne semble pas, au vu des activités menées par le Centre dans ces deux domaines que l'on puisse parler de sous effectif. Le principal problème est plutôt celui de la définition des tâches et des responsabilités de ce personnel. En effet, il apparaît au regard de l'évolution de l'organisation de ces activités au sein du CRA que la position et les tâches de ce personnel ne sont toujours pas clairement définis.

Ainsi, observe-t-on des changements fréquents de structure, de dénomination et d'attribution de ce personnel qui, désormais est appelé à s'occuper en priorité de la gestion des ressources naturelles et du suivi de l'environnement. Ce ballottage traduit semble-t-il la difficulté du CRA à positionner les activités de télédétection et de SIG qui sont avant tout des techniques/outils devant être au service d'objectifs de développement plus larges.

Le problème de l'organisation et des moyens humains mis en œuvre sera donc revu au regard des propositions qui seront faites pour le développement à l'avenir des activités (voir annexe 2)

1.6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le CRA a acquis incontestablement une grande expertise dans les domaines de la télédétection et du Système d'Information Géographique. Cette expertise a été acquise notamment à travers des collaborations nouées depuis le début avec des agences internationales qui jouent un rôle majeur dans ces domaines.

Ainsi le CRA a pu se doter de ressources humaines mais également de produits et applications qui ont un intérêt certain pour les applications agro-météorologiques notamment. Toutefois, ce développement a été réalisé principalement à travers différentes études pilotes sans que le CRA se soit doté de véritables programmes dans ces domaines.

Cette expertise acquise a été diffusée vers les pays membres du CILSS principalement à travers trois axes :

- la formation des cadres pour laquelle des efforts très importants ont été consentis par le CRA qui a assuré la formation dans chaque pays de dizaines de cadres
- la mise à disposition des images pré-traitées acquises à partir des stations de réception d'images satellites que possède le CRA
- la mise à disposition de matériels et logiciels.

Toutefois, cette stratégie de diffusion de l'expertise acquise se solde pour le moment par une très faible sinon une quasi absence d'utilisation effective des outils et produits développés par le CRA. Les raisons de cette situation sont multiples, les principales étant :

- La faible institutionnalisation du partenariat avec les services techniques avec lesquels les relations ne sont pas toujours formalisées avec une identification claire des objectifs et résultats attendus.
- Le fait que le CRA n'a pas pris soin jusqu'ici de transférer dans ces services de véritables chaînes de production directement utiles par rapport à leurs mandats.
- La faible implication des services techniques des pays dans l'élaboration des produits.
- Les difficultés d'accès des services techniques aux images satellites détenues par le CRA notamment les images NOAA
- Le faible développement des bases de données spatiales dans les pays membres

Cette faible utilisation dans les pays membres des produits et outils développés par le CRA constitue une faiblesse majeure du programme. En effet, la vocation du CRA est aussi et surtout d'être au service des pays. Par conséquent, l'expertise disponible au niveau du CRA doit progressivement se retrouver dans les pays si on ne veut pas assister à une cassure entre celui-ci et ses partenaires naturels que sont ces services techniques.

Cette situation peut malgré tout se comprendre dans la mesure où le CRA était lui-même dans une phase d'acquisition de ces outils et techniques. Avec l'expertise acquise à présent, il paraît essentiel à l'avenir de faire en sorte que le CRA, devenu un centre d'excellence dans ces domaines, se consacre à développer l'utilisation effective de ses produits et outils dans les pays membres.

En particulier, le CRA *doit viser à devenir un centre de promotion de la télédétection et du SIG comme outil de gestion des ressources naturelles et de l'environnement. Le CRA doit rester en pointe en développant constamment de nouveaux produits/applications et méthodes tout en veillant à leur transfert et leur valorisation effective dans les états membres. Au CRA la recherche et l'appui technique, aux services techniques des pays membres la production et l'analyse.*

Ceci suppose qu'à l'avenir le CRA se dote

- d'un programme-cadre régional pour aider à la constitution dans les pays membres des bases de données thématiques
- de véritables programmes de recherche appliquée dans le but développer des produits et applications notamment en vue de suppléer l'absence ou la faiblesse des dispositifs d'observation au sol dans les pays membres
- d'un plan d'actions pour transférer dans les pays membres l'expertise acquise en vue de leur valorisation effective pour la sécurité alimentaire, une meilleure gestion des ressources naturelles et le suivi de l'environnement

Pour atteindre ces objectifs, la stratégie suggérée est de nouer un véritable partenariat avec les services techniques nationaux. Ce partenariat nécessitera la signature d'accords sur la base d'objectifs et d'engagements mutuels clairement définis. Bien entendu, l'objectif principal sera l'appropriation par les services techniques des produits et méthodes développées par le CRA en matière de télédétection et SIG et leur valorisation effective.

Le CRA devra également se doter de programmes de recherche appliquée pour le développement de ces produits et méthodes. Ces programmes devront être élaborés en collaboration avec les instituts de recherche des pays membres à partir notamment des besoins des services techniques. Ces programmes serviront ainsi de base à l'avenir pour orienter le CRA dans la recherche de partenaires extérieurs.

Ce faisant le CRA jouera pleinement son rôle et surtout se positionnera progressivement comme l'interlocuteur et le partenaire naturel des services techniques des pays membres dans ces domaines que sont la télédétection et le SIG.

1.7 ANNEXE 1 : DESCRIPTION DETAILLEE DES PRINCIPAUX PRODUITS DE TELEDETECTION ET SIG DU CRA

1.7.1 PRODUCTION DE CARTES D'INDICE DE VEGETATION NOAA ET AUTRES INDICATEURS DERIVES

OBJECTIFS :

L'objectif principal est de produire, analyser et diffuser des données NOAA indispensables pour le suivi de campagne dans un cadre opérationnel. Les produits issus des opérations de traitement visent à renforcer la sécurité alimentaire et aider à améliorer la gestion des ressources naturelles.

NATURE DES PRODUITS

- Images prétraitées en pleine résolution de données NOAA/HRPT
- Synthèses décadaires d'images NDVI
- Indicateur de suivi du front de végétation

METHODOLOGIE DE PRODUCTION

Production d'archives des images prétraitées

La réalisation de ce produit est tout ce qu'il y a de plus classique (acquisition des images brutes, correction système, calibration, ré-échantillonnage, mise en projection géographique puis mise en format). Le logiciel utilisé est celui de l'USGS, l'un des pionniers dans le traitement des données NOAA/HRPT. Il faut juste signaler que le prétraitement ici ne comporte aucune correction atmosphérique (ni absorption gazeuse, ni diffusion Rayleigh ou aérosol). Les images sont projetées après pré-traitement dans la projection UTM

Production des synthèses d'images NDVI

A partir des images journalières prétraitées, le CRA produit des images correspondant à la synthèse décadaire d'indice NDVI. L'indice normalisé de végétation NDVI est calculé par la différence normalisée des comptes numériques des canaux 2 et 1. Le calcul de la synthèse est réalisé par la méthode du maximum qui consiste à prendre pour une pixel donné, l'indice de végétation normalisé le plus élevé sur une période 10 jours.

Indicateurs relatifs au suivi du front de végétation

A partir des synthèses décadaires d'images NDVI et de la base de données de ces synthèses le CRA est ensuite en mesure de réaliser plusieurs autres produits dérivés dont les principaux sont :

Calcul des dates de démarrage (émergence) qui consiste pour un pixel donné à estimer la date à partir de laquelle l'indice de végétation normalisé est supérieur à un seuil considéré comme celui correspondant à l'émergence du couvert végétal.

Analyse du déphasage du cycle végétatif par comparaison de la valeur de l'indice de végétation avec celle à la même période d'une année de référence ou de l'année précédente ou encore de la moyenne sur une période donnée.

Suivi des zones humides : Extraction sur les images de NDVI des zones d'indice de végétation négatif et suivi de l'évolution de leur étendue

INSUFFISANCES ET SUGGESTIONS D'AMELIORATION

La principale difficulté est au niveau du pré-traitement des données pour lequel le CRA est très dépendant du logiciel de l'USGS. Si ce logiciel est reconnu pour sa robustesse et la fiabilité des différents algorithmes utilisés, il n'empêche que sa structure ne permet pas une mise à jour facile. Ainsi le passage de NOAA 1' à NOAA 16 a-t-il occasionné des retards du à l'attente de la modification de la chaîne de traitement.

Le CRA devrait considérer la possibilité de tester d'autres chaînes de traitement (comme celles de l'Institut de Géographie de l'Université de Copenhague ou du Centre Commun de Recherche d'Ispra).

Dans la mesure où les algorithmes utilisés sont connus le CRA pourrait au besoin développer une chaîne en interne en association avec d'autres partenaires si aucune des solutions existantes n'offre suffisamment de souplesse au niveau de leur modularité et de leur facilité de mise à jour.

Il est nécessaire de produire au niveau de la chaîne, un manuel de procédures montrant toutes les étapes des opérations afin de faciliter le travail à tous.

Enfin compte tenu de l'apparition de nombreux autres capteurs ayant des caractéristiques (résolution, fréquence d'acquisition des données et caractéristiques spectrales) proches de celles de NOAA/AVHRR, il est important pour le CRA d'investir dans l'exploration des moyens d'améliorer ces produits à l'aide de données de ces nouveaux capteurs

1.7.2 ESTIMATION DES CHAMPS PLUVIOMETRIQUES

NATURE DU PRODUIT :

Champs pluviométrique sous la forme de fichier d'images spatiales couvrant l'ensemble des pays du CILSS.

DESCRIPTION DU PROCESSUS DE PRODUCTION

1. Mise en forme des données des stations de terrain

La première étape dans la réalisation de l'estimation des champs pluviométriques est la mise en forme des données des stations pluviométriques des pays du CILSS, fournies par les Directions de Météorologie Nationale (DMN). Généralement celles-ci arrivent avec 3, 4 voire 5 jours de retard et sont ensuite stockées sur un ordinateur unique dans le format Dbase (fichiers .dbf). Les données sont mises à jour à chaque décade.

Après stockage des données de chaque pays un utilitaire est employé pour intégrer les données des différents pays en un fichier unique.

C'est donc ce fichier qui sera utilisé comme paramètre d'entrée en duo avec les CCD (Cold Cover Duration ou durée des nuages à sommets froids) dans le programme de calcul qui détermine la régression en établissant la corrélation entre les deux variables d'entrée.

2. Création des images des indicateurs CCD Météosat

Des tâches automatiques tournent en permanence sur une des stations Unix du CRA (la station appelée Ndjamena) installées dans la salle télécom (tâches *cron* de l'utilisateur archive).

Elles concernent principalement la réception des images Météosat (acquisition PDUS [Primary Data User Station], prétraitement, archivage), mais aussi les données météo MDD de Météosat (analyse du vent à 850 h, FIT, stations synoptiques et de pluviométrie) ainsi que la chaîne d'acquisition HRPT et d'archivage des images NOAA (raw level1b).

Les synthèses Météosat (CCD) sont des comptes de pixels, et reflètent donc pour chaque pixel le nombre d'images dans la décade comportant des nuages à sommet froid (autrement dit, ce sont des images d'occurrences de nuages).

3. Estimation de la relation CCD-pluviométrie et création de l'image des champs pluviométriques

Le traitement consiste en les étapes suivantes :

- la projection des images CCD en *projection plate carrée* (Les indicateurs de nuages peuvent également être *projetés* en coordonnées géographiques)
- *l'extraction pour chaque station au sol des comptes CCD correspondants.*
- L'estimation des paramètres de la relation linéaire par la méthode statistique des moindres carrés

$$\text{Pluies observées} = a \cdot \text{CCD} + b$$

- La conversion à partir des paramètres de ce modèle de l'image CCD en une image représentant les champs pluviométriques estimés

Les champs pluviométriques estimés pour une décade considérée sont stockés dans un répertoire où les autres unités peuvent les récupérer en utilisant le protocole ftp.

CONTRAINTES :

La principale faiblesse de la méthodologie est le nombre réduit de stations au sol pris en compte dans la procédure d'estimation des pluies. En effet sur 1410 stations officielles répertoriées sur l'ensemble des pays du CILSS, l'opération s'effectue parfois avec un nombre compris entre 50 et 400 stations selon les décades.

De ce fait, on aboutit à une fiabilité très discutable des estimations avec des coefficients de corrélation parfois inférieurs à 40%.

SUGGESTIONS D'AMELIORATION

Il est évident que ces contraintes sont un handicap majeur pour la bonne application de la méthode. De ce fait, il serait raisonnable de travailler à l'avenir directement avec les services météorologiques nationaux afin que ceux-ci réalisent par eux mêmes et pour leur pays respectif l'estimation.

Ceci suppose donc que la chaîne de production soit transférée dans les pays et que les moyens soient mis en œuvre pour faciliter aux services météorologiques l'accès aux données CCD. Ceci devrait permettre de mieux prendre en compte la spécificité de chaque pays tout en augmentant le nombre de mesures de terrain utilisées pour établir la relation statistique. Le CRA devrait alors jouer le rôle d'assistance technique pour aider à tester, valider et améliorer la méthode dans les différents pays.

1.7.3 PRODUITS DE SUIVI DE LA CAMPAGNE AGRICOLE

Introduction

Les produits présentés ici concernent les outils et méthodes utilisés par l'équipe de suivi des cultures de l'unité sécurité alimentaire du Programme Majeur Information du Centre Régional AGRHYMET.

Il s'agit essentiellement de l'utilisation de modèles mis au point au Centre et de logiciels SIG pour le suivi de l'installation de la campagne, du degré de satisfaction des besoins en eau des cultures, des réserves hydriques des sols et la prévision des rendements potentiels des mils. L'analyse des différents résultats de ces modèles permet d'identifier assez tôt les « zones à risques », susceptibles d'avoir une baisse de production due soit au retard de semis ou à un problème de déficit hydrique pendant les phases de végétation et/ou de maturation des cultures.

Méthodologie d'estimation du bilan hydrique (modèles DHC)

Depuis 1988, le centre AGRHYMET utilise le modèle de simulation de bilan hydrique DHC (Diagnostic Hydrique des Cultures) pour effectuer le suivi rapproché de la campagne agricole et prévoir les rendements du mil 1 à 2 mois avant les récoltes. Les différentes versions de ce modèle ont évolué du simple calcul des termes du bilan hydrique à la prévision des rendements avec les données des stations pluviométriques, pour finalement intégrer les données pluviométriques estimées par imagerie satellitaire et certaines fonctions de système d'information géographique (SIG).

La télédétection et le SIG interviennent donc dans ce modèle pour fournir des données en entrée et les outils notamment de spatialisation et de présentation des résultats finaux. La télédétection permet notamment d'obtenir à partir des données METEOSAT les champs pluviométriques, une des variables d'entrée du modèle.

Les modèles DHC simulent le bilan hydrique de trois manières différentes : le bilan annuel, le bilan historique et le bilan prévisionnel. Au cours de la campagne agricole, le modèle DHC est utilisé pour identifier, dans un premier temps, les zones où les pluies de début de campagne ont permis de semer, puis de vérifier ultérieurement la réussite de ces semis. En fin juillet, une analyse de la situation des semis est faite pour l'ensemble des pays du CILSS en mettant l'accent sur les zones avec retard de semis par rapport à la moyenne et à l'année précédente. A partir de la réussite des semis jusqu'à la fin septembre, les indices de satisfactions des besoins en eau et les stocks hydriques restants dans le sol sont calculés régulièrement pour suivre de près l'état des cultures. Des alertes sont émises à l'occasion si les conditions pluviométriques n'ont pas été satisfaisantes pendant deux décades successives. A la fin du mois d'août, une première estimation des rendements potentiels en milieu paysan est faite puis réactualisée en fin septembre pour tenir compte de l'évolution de la situation pluviométrique au cours de ce mois.

Pour une meilleure présentation des résultats des modèles DHC, différents logiciels de représentation spatiale et de traitement d'images sont utilisés. Dans le cas de DHC4, les sorties sous forme de tableau sont d'abord épurées sous EXCEL, puis interpolées avec SURFER. Le fichier GRID ainsi créé est importé sous IDRISI pour être converti en un format lisible par DHC_CP. DHC_CP, en plus du module de simulation de bilan hydrique avec les données spatialisées, comporte également des fonctionnalités de traitement d'image dont l'application des *masques* des pays (ou zones de cultures), la *reclassification* et la *conversion* des valeurs, et diverses opérations arithmétiques sur images.

A partir du logiciel DHC_CP, les cartes sont exportables soit en format BMP, directement incorporables dans un fichier de traitement de texte, soit en format IDRISI pour une conversion ultérieure en d'autres formats. Le format ERDAS est celui utilisé pour le passage vers ARCVIEW, logiciel permettant la superposition de plusieurs thèmes cartographiques, des mises en pages très professionnelles et offrant une large gamme de choix de couleurs. ARCVIEW permet aussi de faire des exportations en différents formats, notamment en format JPEG lisible par les logiciels de PAO et de traitement de texte.

Méthodologie d'identification des zones à risques (ZAR)

L'approche est axée sur les hypothèses suivantes:

- la période immédiatement après le semis des céréales pluviales est une phase critique pour les jeunes plantes, et un déficit hydrique grave et prolongé à ce stade peut causer l'échec des semis,
- si la durée de la saison favorable aux cultures, c'est à dire la saison des pluies plus la période pendant laquelle les plantes peuvent exploiter les réserves hydriques du sol, ne permet pas de satisfaire les exigences phénologiques des plantes, il n'y aura pas de production finale,
- si l'évolution de la saison des pluies n'est pas favorable au développement des cultures le rendement final sera affecté de manière plus ou moins grave.

Une zone à risque est une zone où :

- les cultures se sont installées en retard, si bien qu'il ne reste pas assez de temps pour que les cultures puissent accomplir leur cycle complet,
- après l'installation des cultures le développement de la saison des pluies ne permet pas d'obtenir une production agricole acceptable.

Cette méthodologie fait recours aux images de champs pluviométriques dérivées des données METEOSAT et aux images d'indice de végétation : la morphologie du profil de l'indice de végétation (NDVI) dans le temps est un indicateur de l'état du développement des cultures. L'échelle temporelle utilisée est la décade car les images d'estimations des pluies et de l'indice de végétation sont produites à AGRHYMET avec une périodicité décadaire.

Description du Système Intégré de Suivi et de Prévision (SISP)

Le SISP a été développé par le CeSIA (Centre d'Etudes pour l'Application de l'Informatique à l'Agriculture) et le IATA (Institut d'Agrométéorologie et Analyse Environnementale pour l'Agriculture) de Florence en collaboration avec le Service Météorologique du Niger, le CILSS (Comité International pour la Lutte contre la Sécheresse au Sahel), et le Département de Coopération Italienne.

Le SISP est actuellement développé pour les conditions nigériennes, mais grâce à sa structure modulaire le système peut être facilement exporté en d'autres pays et en d'autres conditions agricoles à l'intérieur de la région sahélienne.

L'objectif principal du SISP est d'employer différentes sources d'informations et différentes procédures d'analyse pour fournir aux services météorologiques un instrument de suivi décadaire de la saison de croissance et un système d'alerte précoce avec informations utiles sur l'évolution des conditions des cultures.

Les principaux instruments du SISP sont:

- Les procédures d'analyse statistique sur séries historiques des données de pluie pour produire des caractérisations agro-climatiques.

- Un modèle de simulation du mil à faire tourner au niveau de la station afin d'estimer les conditions de croissance du mil et l'effet de la distribution des précipitations sur la croissance de la culture et sur son rendement.
- Les procédures d'analyse des images NOAA-NDVI pour un suivi des conditions de la végétation tant sur les terres destinées au pâturage que sur les zones les plus importantes pour la production agricole du Pays.
- Les procédures d'analyse des images METEOSAT sur les précipitations estimées pour une estimation précoce de la date de semis et des zones à risque.
- Production de tableaux, graphiques et cartes pour les rapports décennaux produits périodiquement par les services agro-météorologiques et par les unités nationales d'alerte précoce.

Méthodologie d'estimation de la biomasse

Le modèle pour l'estimation de la production de biomasse fourragère en zone pastorale a été développé par le projet AP3A afin de donner des informations structurelles dans différentes conditions climatiques et pour calculer la capacité potentielle des pâturages.

Le modèle est opérationnel et est applicable, si les données pluviométriques sont disponibles, à des séries historiques.

Le calcul des rendements du modèle biomasse est basé sur un modèle simplifié de l'infiltration de l'eau et de la balance de l'azote, ruissellement
Les couches utilisées sont les cartes des unités pastorales (Djaby et al. 1996) et les données pluviométriques.

- Les principaux résultats du modèle sont la production de matière sèche à l'échelle de 1km x 1km ou 5km x 5km et la qualité de la biomasse évaluée sur le contenu en azote.

Méthodologie de suivi du Front de Végétation

Le front de végétation est défini comme la limite correspondant à une présence minimale de couvert herbacé au Sahel. Sur le plan quantitatif, il correspond à une biomasse de 100 kg Matière sèche à l'hectare avec 1 pour cent de recouvrement. Sur la base de la stratification du NDVI, cette limite se situe en moyenne entre le NDVI moyen du sol nu, de l'ordre de 0.025 et le NDVI moyen d'une végétation clairsemée qui est de l'ordre de 0.09. En moyenne, elle serait de 0.05 pour la région sahélienne. Sa détermination se fait sur la base des images NDVI décennales.

La procédure d'obtention de la limite nécessite une re-classification de l'image à la suite d'un filtre médian appliqué sur une surface de 3 X 3 pixels afin de minimiser les erreurs liées aux bruits (pixels à valeur maximum de NDVI), et une interpolation temporelle sur la base de séries de données NDVI afin de corriger les anomalies liées à la présence de nuages. Les comparaisons de cette limite à celles des années antérieures, et l'obtention des indices servant à la détermination des valeurs manquantes, se font sur la base de la méthode d'analyse des profils des points invariants obtenus sur le Niger, le Mali et le Tchad.

Les produits issus de ce suivi donnent l'évolution de la végétation entre les différents mois en termes de zones de progression de mai en octobre. La procédure a été développée sous le logiciel IDRISITM, ARC-INFOTM et ARCVIEWTM.

Observations et suggestions

Ces produits illustrent à merveille l'orientation souhaitable pour le CRA en matière d'utilisation de la télédétection et du SIG puisqu'il s'agit là de produits à valeur ajoutée directement utilisables par les services techniques agricoles.

Bien entendu, ces produits sont affectés dans leurs résultats par la fiabilité des données issues de la télédétection et en particulier les champs pluviométriques estimés à partir des données METEOSAT pour lesquels un effort d'amélioration doit être fait.

Il est fort souhaitable que ces produits soient comme les autres transférés dans les pays et surtout que des efforts soient faits pour inciter les services techniques de ces pays à les utiliser plus activement. Un moyen pour aller dans ce sens est d'inciter chaque pays à produire un bulletin comparable dans son contenu aux bulletins décideurs actuellement réalisés par le CRA.

La diffusion et l'utilisation plus large de ces produits permettraient également de tester la robustesse des méthodologies utilisées et offrirait au besoin les conditions pour leur amélioration ce qui ne pourrait que contribuer à les rendre encore plus fiables et plus utiles.

Exemples de produits

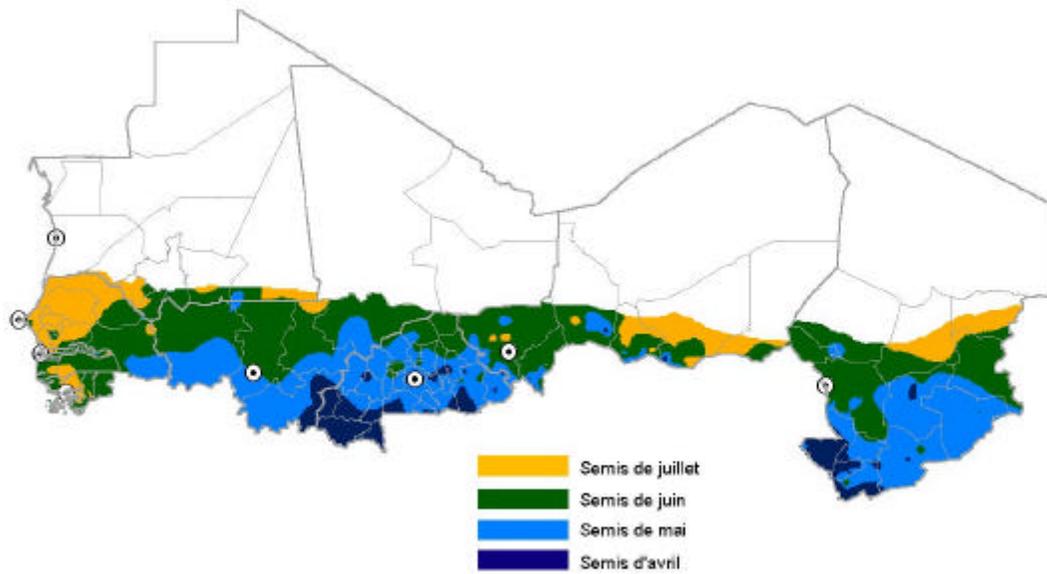


Figure 4.1 : Dates de semis réussis au 31 juillet 2001

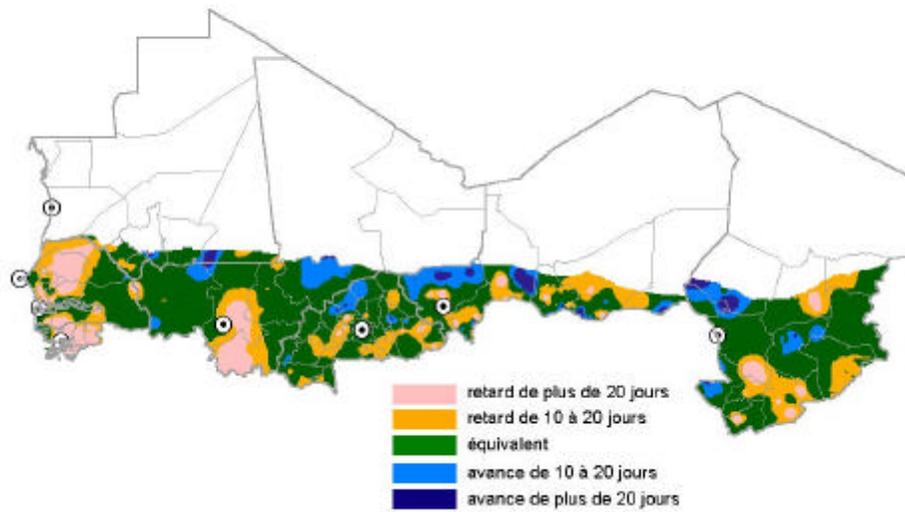
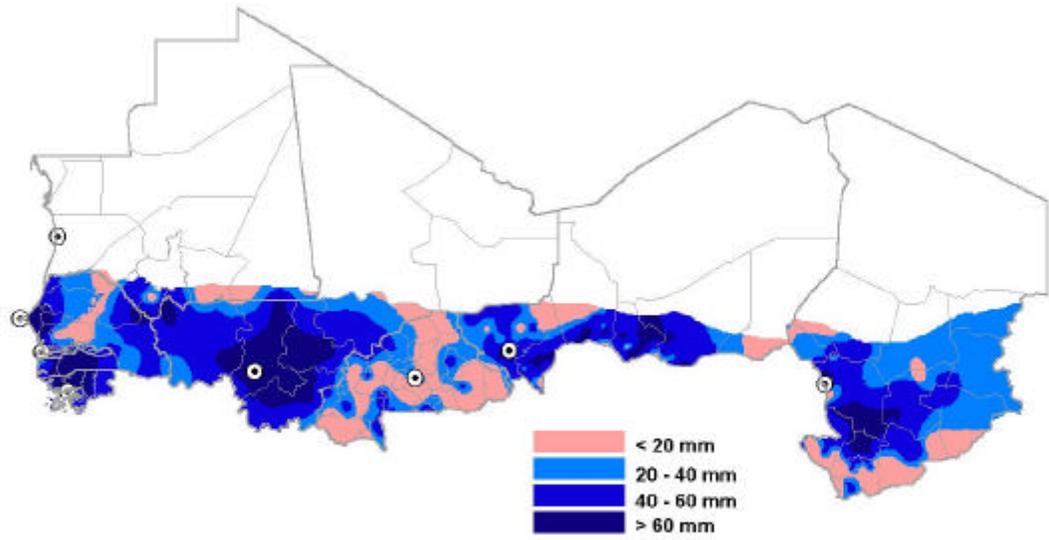
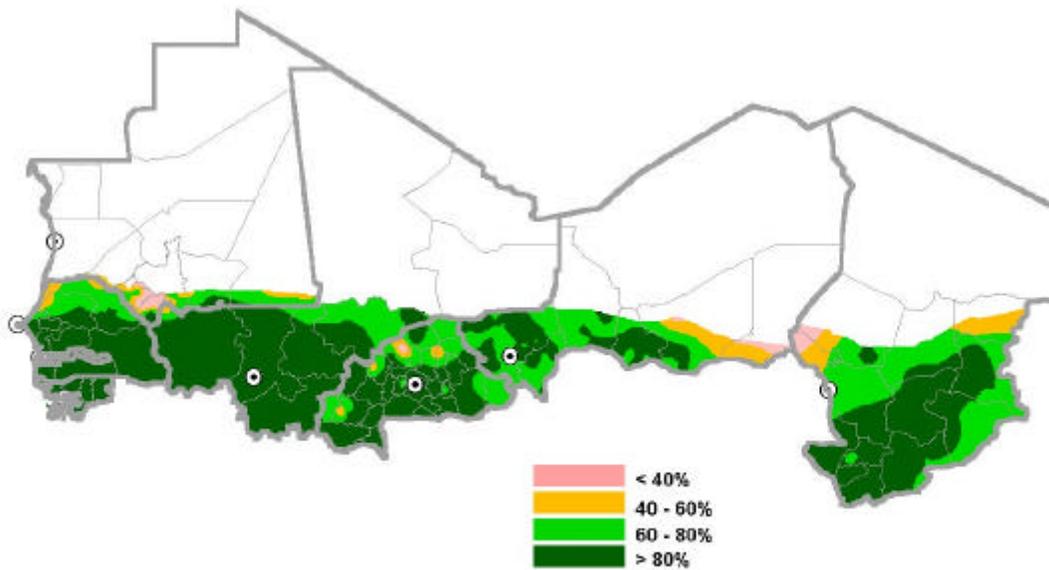


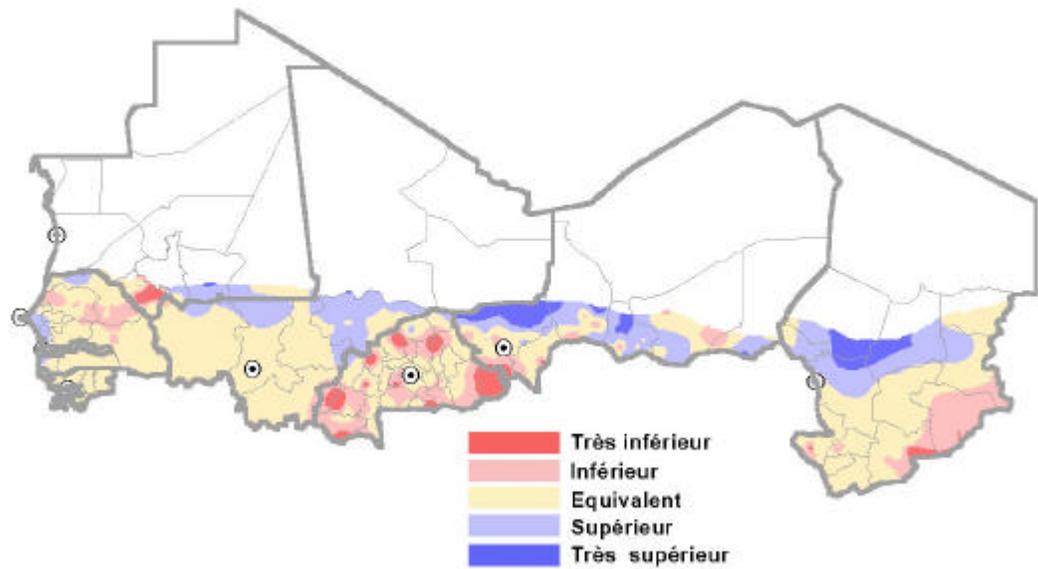
Figure 4.3 : Comparaison des dates de semis 2001 par rapport à la normale 1971 - 2000



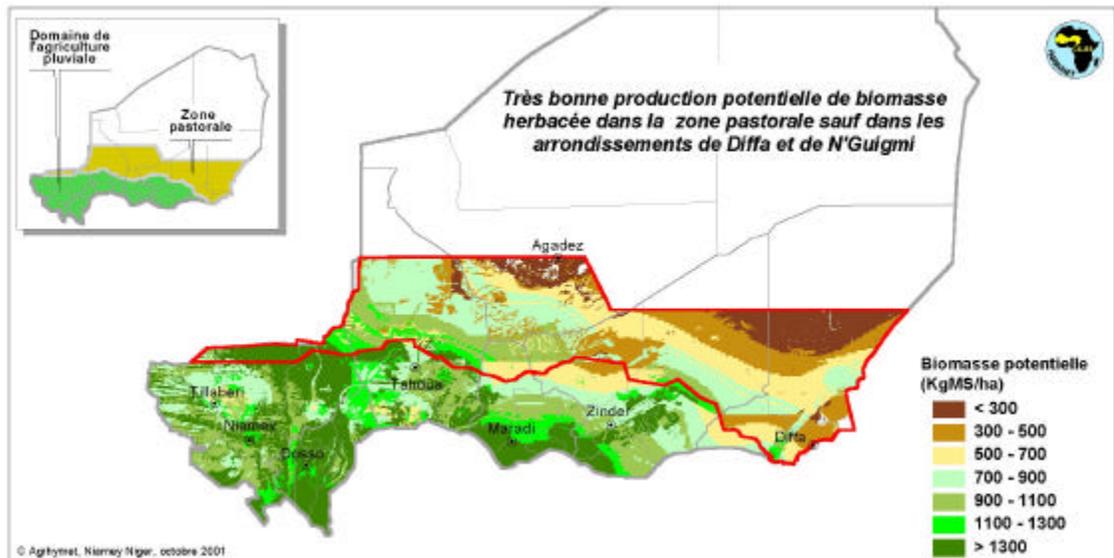
Réerves hydriques des sols au 31 juillet 2001



Satisfaction des besoins en eau au 30 Septembre 2001



Comparaison des rendements espérés du mil en 2001 par rapport à la moyenne 1971 - 2000



1.8 ANNEXE 2 : PROPOSITIONS POUR LE DEVELOPPEMENT DES ACTIVITES DE TELEDETECTION ET SIG AU CRA

1.8.1 INTRODUCTION

L'objectif majeur du CRA est de s'affirmer comme un pôle régional producteur et fournisseur de données brutes, de produits élaborés dans les domaines d'intervention opérationnelle, notamment le suivi de la campagne agricole pour contribuer à l'alerte précoce, au suivi et à la gestion des ressources naturelles, à la lutte contre la désertification dans les pays du Sahel.

Les fonctions du Centre jusqu'ici sont, entre autres :

- Rassembler et traiter les données de la sous-région dans le cadre de la contribution à la sécurité alimentaire et à la gestion des ressources naturelles.
- Recueillir et diffuser les informations dans le domaine de la climatologie, l'agrométéorologie, l'hydrologie, la protection des végétaux, et de la gestion des ressources naturelles au bénéfice des instances du CILSS définissant les politiques régionales, d'une part, et de divers utilisateurs sahéliens et de la communauté internationale d'autre part.

Pour atteindre ces objectifs, une attention particulière a été accordée jusqu'ici à l'utilisation des données satellitales NOAA/AVHRR et METEOSAT pour le suivi de la végétation, l'estimation des pluies et les produits dérivés liés à la sécurité alimentaire et à la gestion des ressources naturelles. Ainsi, la station de réception PDUS pour acquérir les images METEOSAT a été installée en 1989 et la station HRPT pour les données NOAA en 1990.

Les données satellitales haute résolution (Landsat et Spot) et de moyenne résolution (RESURS) sont utilisées dans le cadre d'études ponctuelles de caractérisation des états du milieu. Pour l'analyse et la valorisation de ces informations satellitales, le Centre a consenti de lourds investissements en équipements, logiciels et formation de son personnel ce qui lui permet depuis de mettre à la disposition des états membres différents produits de façon régulière.

Après une décennie d'efforts dans ce secteur, le Centre a aujourd'hui acquis une expertise qui lui permet légitimement d'ambitionner de jouer un rôle encore plus actif dans le développement de la télédétection et du SIG dans les pays membres du CILSS.

Les propositions suivantes visent donc à faire du CRA à l'avenir un Centre d'Expertise chargé de promouvoir activement le développement et l'utilisation effective de la télédétection et du SIG comme outil d'aide à une meilleure gestion des ressources naturelles.

1.8.2 LES AXES POTENTIELS DE DEVELOPPEMENT DES ACTIVITES TELEDETECTION ET SIG AU CRA

Pour atteindre cet objectif de promotion de l'utilisation de la télédétection et du SIG dans les pays membres du CILSS, le CRA devra principalement axer ses efforts dans les principales directions suivantes :

- Aider à la constitution dans les pays membres des bases de données thématiques

- Développer des lignes de produits et applications pour suppléer l'absence ou la faiblesse des dispositifs d'observation au sol
- Aider les Etats membres à valoriser l'expertise acquise en vue d'une meilleure gestion des ressources naturelles et du suivi de l'environnement

1.8.2.1 Aide à la constitution de bases de données dans les pays membres

La promotion de l'utilisation des techniques dérivées de la télédétection et du SIG requiert en priorité la mise en place de bases de données spatiales utilisables pour les besoins d'analyse. Même si de nombreux efforts ont été consentis dans les pays ces dernières années, on se rend compte que les actions sont trop dispersées et trop parcellaires.

La conséquence est qu'en dehors du Burkina Faso, nulle part dans les pays membres du CILSS n'a été franchie pour le moment l'étape de la constitution des bases de données topographiques qui constituent l'information de base pour l'utilisation effective du SIG comme outil d'analyse. La principale raison de cette situation est que jusqu'ici ces pays n'ont pas su élaborer une stratégie et un plan d'actions réaliste pour atteindre cet objectif.

Fort de son expertise et de son rayonnement international le CRA serait bienvenu de prendre en charge cette question et de jouer le rôle de leader pour aider les pays à se doter rapidement de ces bases de données.

Pour ce faire, il s'agira pour le CRA d'élaborer un Programme Cadre régional pour le développement des bases de données topographiques nationales. Ce programme visera notamment à fournir un cadre cohérent de travail et les fondements pour justifier l'utilité et l'urgence de cette activité.

L'élaboration de ce programme devra comporter une évaluation (technique et économique) des différentes technologies et outils disponibles. Ceci devra conduire le CRA à faire des propositions concrètes et réalistes pour la mise en œuvre à un coût raisonnable de la production dans les pays membres. Il faut insister ici sur la nécessité pour le CRA de tenir compte dans cette évaluation de logiciels gratuits ou peu chers de télédétection et SIG disponibles (comme GRASS). Ces propositions devront servir de base pour l'élaboration de normes et manuels techniques de production.

Fort de ce programme cadre, il s'agira ensuite pour le CRA :

- d'aider chaque pays à élaborer un plan national d'actions qui visera à mettre en œuvre de façon progressive mais cohérente les actions nécessaires pour la constitution effective des bases de données spatiales dans le pays.
- d'accompagner la mise en œuvre du plan d'actions notamment en assurant la formation du personnel, l'assistance technique pendant la réalisation

Il faut insister ici sur l'impérieuse nécessité de privilégier dans la conception et la mise en œuvre de ce programme cadre la recherche de solutions peu coûteuses pouvant être mises en œuvre rapidement et de façon progressive. Ceci suppose donc que soit explorées en priorité les solutions permettant de mobiliser et valoriser autant que possible le potentiel humain et matériel existant dans chacun des pays. Il faudra donc surtout éviter d'élaborer un vaste programme coûteux pour lequel le financement sera difficile à trouver.

1.8.2.2 Développement de lignes de produits et applications pour suppléer les réseaux d'observation au sol

Une des faiblesses des pays africains en général est la carence des dispositifs d'observation pouvant renseigner sur l'état et l'évolution des ressources renouvelables notamment agricoles et pastorales.

Dans la mesure où les images satellitaires et la télédétection permettent de décrire certaines caractéristiques physiques de l'atmosphérique et de la surface de la terre, elles offrent potentiellement une solution pour suppléer la carence des dispositifs d'observation.

Dans le souci de faire de la télédétection et du SIG de véritables outils de travail dans les pays membres, une des priorités du CRA devra être de rechercher en permanence les produits dérivés de la télédétection pouvant être d'un intérêt direct pour les services techniques et acteurs de développement.

Pour ce faire, le CRA devra :

- faire la veille technologique au profit des pays membres,
- acquérir, tester, développer et valider les nouveaux outils, méthodes et produits,
- développer pour chaque produit dont la validation a été concluante des chaînes de production opérationnelle,

Bien que ceci soit déjà plus ou moins en cours au niveau du CRA, il faut mettre l'accent ici sur la nécessité de doter le CRA de véritables programmes de recherche appliquée avec comme objectif de tirer au maximum profit de la télédétection et de la vaste gamme de satellites disponibles pour proposer des produits et applications répondant aux problématiques liées à la sécurité alimentaire, la gestion des ressources naturelles et le suivi de l'environnement.

L'intérêt de doter le CRA de programmes de recherche est de fixer les priorités, les moyens et les résultats attendus de sorte à fournir aux cadres du CRA des cahiers de charges plus précis sur la base desquels ils pourront travailler et être évalués. D'autre part, ceci permet aussi de mieux cibler les domaines dans lesquels le CRA pourrait recourir à des partenariats extérieurs.

Le CRA devrait sur ce point réfléchir à la possibilité de lancer à l'avenir des appels à idée réservés en priorité aux services techniques et instituts de recherche des pays membres afin de recueillir par ce biais des propositions originales de thèmes de recherche.

1.8.2.3 Transfert de technologie et valorisation de l'expertise acquise pour une meilleure gestion des ressources naturelles et du suivi de l'environnement

Le but ultime des activités de télédétection et de SIG au niveau du CRA doit cependant être de faire en sorte que les produits et applications développées soient effectivement utilisés dans les pays membres notamment pour atteindre les principaux objectifs du Centre qui sont la contribution à la sécurité alimentaire et à une meilleure gestion des ressources naturelles.

Il est évident que pour atteindre cet objectif, la seule démarche efficace est de créer les conditions pour que les principaux acteurs dans les pays (notamment les services techniques) puissent directement utiliser les applications et produits développés par le CRA.

Ceci suppose une démarche en quatre étapes :

- La mise en place de moyens facilitant l'accès aux données et notamment les données satellites
- le transfert dans les pays et notamment aux services techniques des chaînes de production des différents produits arrivés en phase opérationnelle

- la formation des cadres des pays membres sur ces chaînes de production
- l'assistance aux services techniques nationaux dans la valorisation effective des chaînes de production mises à leur disposition

La facilitation de l'accès aux données notamment les images satellites pré-traitées du CRA est en effet un point important pour développer l'utilisation des produits dans les pays. Sur ce point, en plus des moyens utilisés actuellement, le CRA devra envisager sérieusement la mise en place de serveurs de données avec une interface graphique (dérivé d'un SIG) afin de faciliter à tous les utilisateurs potentiels l'accès aux données.

Il faut ici insister sur la nécessité de faire en sorte que les requêtes de données puissent être autant que possible graphiques sur la base d'une localisation géographique et de thèmes. Ceci revient à dire qu'un utilisateur donné aura la possibilité d'afficher une carte et de choisir sa zone d'intérêt pour se voir proposer les thèmes pour lesquels existent des données. Ensuite l'utilisateur pourra, après avoir choisi ses thèmes d'intérêt, se voir proposer les données disponibles qui pourront s'afficher sous forme de cartes.

Même si la bande passante actuelle du nœud Internet du Niger limite encore les possibilités d'accès à un tel ce serveur, la situation est semble-t-il appelée à évoluer très vite puisque deux importants projets sont en cours de finalisation pour augmenter fortement cette bande passante. Même si la société locale gérant le nœud a semble-t-il habitué les clients à ces promesses sans les tenir réellement, il paraît raisonnable d'envisager que d'ici à ce que soient conçus et réalisés ces serveurs, la situation devrait être meilleure.

Autrement une alternative à cette faible bande passante locale pourrait être de faire héberger le site ou le serveur auprès de sociétés internationales offrant ce genre de solutions. Des telles offres existent actuellement qui permettraient depuis tout point connecté à Internet (et sous réserve des droits d'accès) un accès rapide aux données. Il faut indiquer que ces solutions sont actuellement disponibles pour des coûts très raisonnables : à titre indicatif des solutions sont proposées entre 50000 CFA par an pour un site de 100 Mo et 500.000 CFA par an pour un serveur de 20 GO.

En tout état de cause, les limitations actuelles du nœud Internet Niger ne peuvent être une justification pour différer la mise en place d'un tel serveur qui pourrait être réalisé dans le cadre du projet de base de données régional actuellement en cours de développement.

Si cette facilitation de l'accès aux données est un préalable, une autre étape importante pour la valorisation des produits est le transfert des chaînes de production vers les services techniques des pays membres. Le but visé sera de les aider à s'approprier l'expertise et ensuite à l'appliquer au mieux en tenant compte de leur connaissance du pays. Il faut insister ici sur la nécessité de transférer des chaînes de production permettant directement la réalisation de produits ce qui évite aux services partenaires de devoir explorer par eux mêmes les logiciels pour trouver comment arriver à la production.

Comme déjà indiqué, il faut autant que possible que la production soit réalisée par les services techniques des pays membres. Dès lors que les méthodologies ont été testées et validées par le CRA, celui-ci devra développer des chaînes de traitement permettant de réaliser ces produits de façon opérationnelle puis de les transférer dans les pays.

On pourrait ainsi déjà envisager que les solutions existant au CRA notamment pour l'analyse de l'évolution du NDVI et les comparaisons et spatiales fassent l'objet de développement de chaînes spécifiques qui seront rapidement transférées (avec les archives de données) dans les pays membres.

Compte tenu de la faible expertise disponible dans les pays, cette étape est nécessaire pour ancrer les outils dans le travail quotidien tout en donnant progressivement aux agents le goût et la curiosité d'aller plus loin dans la maîtrise de ces outils. Il faut rappeler que l'objectif est de faire en sorte que les produits soient désormais effectivement utilisés par les services techniques.

Une question légitime qui peut se poser est celle de la faisabilité d'un tel transfert. Il faut noter ici que le CRA demeure responsable des chaînes de pré-traitement qui sont une des étapes de traitement les plus complexes (bien que pouvant être entièrement automatisée).

Les conditions de réussite d'un tel transfert sont la disponibilité de matériel (ordinateurs) et de ressources humaines compétentes. Pour ce qui concerne le matériel, même si on peut toujours améliorer ce qui existe, la quasi totalité des institutions visitées dispose de matériel informatique suffisant pour faire tourner les chaînes de production envisagées. De même, partout les compétences humaines existent déjà même s'il est fortement recommandé d'actualiser et compléter les connaissances des cadres nationaux.

Toutefois, cette formation devra se faire cette fois-ci directement sur les chaînes de production et viser à donner aux bénéficiaires la capacité d'assurer la production. Concrètement cela signifie qu'à l'avenir il faudra par exemple envisager d'inviter les cadres des services en charge des ressources en eaux à suivre une formation sur une chaîne de production destinée à extraire des données NOAA/HRPT la description des eaux de surface.

En tenant compte du problème de mobilité des cadres, il est souhaitable que cette formation concerne à chaque fois et pour une institution donnée, au moins deux de ses cadres. Ce faisant, le CRA crée les conditions pour une réalisation dans les pays de la production en mettant à la disposition des services techniques concernés les outils de production et des cadres formés pour cette production.

Enfin et toujours dans le but d'aller vers une utilisation effective des produits le CRA devra envisager d'accompagner les services techniques afin que la production qui leur a été transférée soit effectivement réalisée et valorisée dans d'autres produits destinés cette fois-ci à fournir des conseils aux producteurs et aux décideurs. Cette assistance technique devra se faire au cas par cas c'est à dire en étudiant avec chaque pays et chaque service technique, les produits les plus pertinents par rapport à ses activités, le format et la fréquence avec lesquels les produire et meilleurs moyens pour les diffuser afin d'atteindre les producteurs et les décideurs.

On pourrait ainsi envisager que les bulletins actuellement publiés par le CRA soient décentralisés dans les pays et qu'à partir d'un format minimum commun à chaque pays, ce bulletin soit adapté aux besoins spécifiques de chaque pays. Le CRA veillera à définir le format de sorte que la publication du bulletin soit l'occasion d'inciter chaque service technique à présenter les résultats des transferts de savoir-faire dont il a bénéficié. Ceci signifie donc que le format du bulletin doit aussi évoluer en fonction des transferts de savoir-faire réalisés par le CRA. Une telle procédure vise entre autre à mettre les institutions ayant bénéficié de transfert de savoir-faire dans la situation de devoir assumer et justifier leur défaillance éventuelle vis à vis de leurs différents partenaires locaux.

1.8.2.4 Du rôle du CRA dans la mise en œuvre des grandes conventions internationales

La description faite ci-dessus indique clairement que la priorité pour le CRA doit être comme elle le fait déjà d'orienter l'essentiel de ses activités en matière de télédétection et SIG au

service des objectifs premiers du CILSS que sont la sécurité alimentaire, la gestion des ressources naturelles et le suivi de l'environnement sahélien.

Compte tenu de son caractère régional, on peut aussi légitimement se poser la question de la place que peut occuper le CRA dans la mise en œuvre de grands programmes comme la Convention de Lutte contre la Désertification (CCD), la Convention sur les Changements Climatiques (CCC) ou encore la Convention sur la Biodiversité.

Répondre à une telle question nécessite une analyse de l'adéquation entre les activités envisagées dans le cadre de ces programmes et les ressources humaines et techniques dont dispose le CRA c'est à dire des atouts spécifiques du CRA par rapport à ces programmes.

En se limitant à la télédétection et au SIG, ce sont les deux premiers cités à savoir la Convention de Lutte contre la Désertification (CCD) et la Convention sur les Changements Climatiques (CCC) qui paraissent susceptibles de présenter un intérêt pour le CRA. Dans le cas de la CCD, il s'agit notamment des travaux relatifs à la définition et au suivi d'indicateurs relatifs à la désertification. En ce qui concerne la Convention sur les Changements Climatiques, les travaux conduits dans ce cadre font une large utilisation des images satellites notamment pour l'évaluation des bilans de CO₂.

Cette existence d'utilisation de la télédétection et du SIG, domaines dans lesquels le CRA a acquis une certaine expérience régionale font de celui-ci un candidat potentiel à un rôle actif dans ces programmes.

Il faut toutefois faire observer que ces programmes requièrent surtout une expertise scientifique très poussée dans des domaines plus vastes, la télédétection et le SIG n'étant en définitive que des outils au service de ces travaux scientifiques.

Dans ce contexte les atouts actuels du CRA limitent les domaines où il peut intervenir à :

- la fourniture de données, sachant par ailleurs que de grands programmes internationaux existent pour la mise en place des bases de données d'images NDVI notamment sous l'égide de l'USGS
- éventuellement la participation à des campagnes internationales de mesure au sol : supervision et fonctionnement de sites d'observation.

Une participation plus active allant au delà de ces domaines nécessitera de la part du CRA de renforcer ses équipes avec des scientifiques expérimentés capables de conduire des programmes de recherche en rapport avec les objectifs de ces conventions.

1.8.3 STRATEGIE DE MISE EN ŒUVRE DES ACTIVITES

1.8.3.1 Les relations avec les pays membres

Comme cela transparaît dans les propositions d'objectifs ci-dessus, le CRA est appelé à l'avenir à nouer avec les services techniques des pays membres un partenariat actif pour ensemble développer l'utilisation effective de la télédétection et le SIG comme véritables outils d'aide à la décision dans les pays membres.

Considérant que l'objectif de développement de l'utilisation de la télédétection et du SIG dans les pays membres est un choix stratégique pour le CRA s'il veut continuer à jouer un rôle actif dans ce domaine, il n'y a pas beaucoup d'autres options pour le CRA que de rechercher dans les pays des partenaires. Et parmi les partenaires potentiels, les services

techniques nationaux restent incontestablement les meilleurs relais avec lesquels le CRA devra travailler tant à cause de leur caractère pérenne qu'à cause des mandats du CRA qui relèvent plutôt de missions de service public.

A l'exception du pré-traitement des images qui devra être conservé au CRA, ce partenariat sera fondé sur la répartition suivante des tâches :

- au CRA **en priorité** le développement des produits/applications/méthodologies, le développement et le transfert de chaînes de production et l'assistance technique aux pays membres,
- aux services techniques nationaux la production (opérationnelle), la valorisation des produits notamment dans l'aide à la prise de décision en matière de développement agricole et de gestion des ressources naturelles.

Ce partenariat qui est déjà largement mis en œuvre par le CRA devra à l'avenir être plus institutionnalisé avec si possible la signature de conventions qui définiront de façon claire les objectifs, les responsabilités de chaque partenaire et les résultats attendus. Le recours à des conventions se justifie par le besoin d'efficacité et notamment la nécessité pour le CRA d'exercer une plus forte pression pour qu'à l'avenir les actions qu'il mène en direction des pays se traduisent par des résultats concrets et vérifiables.

De même que le partenariat avec les services techniques s'impose comme un choix stratégique, le CRA devra également à l'avenir rechercher une plus grande collaboration avec les instituts de recherche des pays membres, notamment pour le développement et la validation des nouveaux produits et applications. Cette collaboration se fera ici aussi sur la base de convention de recherche avec des objectifs et résultats clairement identifiés et dans le cadre de programme de recherche du CRA. On peut aussi suggérer que le CRA utilise à l'avenir la procédure d'appel à idées mettant en compétition les instituts de recherche des pays membres afin d'identifier les projets de recherche à inclure dans ses programmes de recherche.

1.8.3.2 La collaboration avec les partenaires extérieurs

S'il est fortement recommandé (pour des raisons d'efficacité et de coût) qu'ils soient mis en œuvre avec des partenaires des pays membres, les programmes de recherche élaborés par le CRA dans certains cas pourraient également nécessiter la recherche de partenaires dans des pays extérieurs au CILSS, notamment dans les pays en pointe dans les domaines concernés.

Même si le mandat de cette mission n'inclut pas une évaluation de la coopération avec les partenaires extérieurs, il est réjouissant de voir que globalement les principales collaborations mises en œuvre par le CRA dans ces domaines de la télédétection et du SIG ont principalement été orientées vers la recherche et la mise en place de produits à valeur ajoutée, avec une priorité accordée aux produits utiles pour les applications agro-météorologiques.

L'encouragement fait au CRA de se doter de programmes de recherche qui lui sont propres est aussi un moyen à l'avenir pour le CRA de se donner les moyens d'assurer une plus grande cohérence entre les différents projets de recherche auxquels le CRA est invité à participer.

En effet, la mise en œuvre de projets en commun avec des partenaires quels qu'ils soient suppose de s'entendre sur des objectifs communs. La disponibilité au niveau du CRA d'un outil programmatique devrait faciliter pour le CRA ce travail de négociation de partenariat. En premier lieu, l'ambition pour le CRA doit être d'utiliser cet outil pour à l'avenir initier directement la recherche de partenaires extérieurs susceptibles de lui apporter un appui

technique pour le développement de ses activités telles qu'issues de son programme de travail.

Comme cela se fait dans les laboratoires de recherche, la latitude doit être offerte aux experts en charge de la préparation ou la mise en œuvre d'un programme de recherche de rechercher directement des partenaires techniques extérieurs.

Dans cet ordre d'idée, les experts du CRA devraient être incités à l'avenir à participer avec des partenaires extérieurs à l'élaboration de proposition de projets de recherche en réponse aux appels à idées lancés régulièrement par les grands organismes de recherche comme la NASA, la NOAA, l'Union Européenne, le CNRST, le CNRS . L'encouragement des experts du CRA à s'investir en association avec des partenaires extérieurs dans les concours lancés par ces grands organismes internationaux de recherche est aussi un moyen de stimuler la veille technologique au niveau de chaque expert et donc de l'ensemble du CRA.

Même si le CRA est invité à l'avenir à être plus actif dans l'initiative de la recherche de partenariats techniques, il est évident que le CRA continuera à l'avenir de recevoir comme par le passé des propositions de partenariats. Si ceci souligne l'intérêt qui est porté au CRA, il est évident que le CRA devra veiller à ce que ces offres cadrent autant que possible avec ses objectifs et surtout se traduisent par de réelles transferts de connaissances. L'existence de programme de recherche propre au CRA sera dans ce sens également un outil très utile, notamment pour suggérer en cas de besoin aux potentiels partenaires des projets de remplacement préparé par le CRA.

D'une manière générale, le CRA est fortement invité à l'avenir à mettre en place un groupe de travail constitué notamment d'experts de chacune des unités du PMI. Ce groupe de travail aura pour mandat d'évaluer et de donner un avis et des recommandations sur tout projet de partenariat engageant le CRA.

Ce groupe travaillera et se prononcera à travers un avis écrit et motivé au Directeur du CRA notamment :

- Avant l'initiation de la recherche de partenariat dans le cadre des projets élaborés par le CRA
- Sur tout projet de partenariat proposé au CRA avant la signature d'éventuels accords ou convention

L'objectif visé est une meilleure sélection des projets et partenariats dans lequel le CRA sera impliqué. Les critères d'évaluation pourraient être :

- La pertinence des activités envisagées avec les objectifs du CRA
- La qualité du partenariat envisagé et notamment les transferts de connaissance et de savoir-faire envisagés
- Le niveau d'implication des experts du CRA dans la mise en œuvre du projet (il faut notamment prendre en compte le volume de travail effectivement réalisé par des experts du CRA)

Les développements potentiels que le projet peut apporter dans le futur aux activités du CRA.

1.8.3.3 De l'organisation interne

La mise en œuvre des activités proposées implique aussi au sein du CRA des modifications au niveau de l'organisation. Sans vouloir rentrer dans le détail de l'organigramme du CRA, on pourrait distinguer trois grands types de fonctions qui découlent de ces activités :

- La gestion des données spatiales qui regroupe l'acquisition, le pré-traitement et l'archivage des données satellites, la mise en place et la gestion des bases de données spatiales (y compris les bases de données produites dans les pays)

- Le développement de nouveaux produits et applications qui concerne tout le cycle de développement de ces produits à savoir l'identification des produits, la recherche des méthodes et techniques, la mise en place des outils, la validation des méthodes et outils
- L'assistance technique et le transfert de savoir-faire qui inclut notamment la formation

Les deux derniers groupes de fonction paraissent pouvoir s'insérer sans difficulté dans l'organigramme actuel du CRA qui est plutôt organisé autour de thématiques (sécurité alimentaire, suivi de la campagne agricole, gestion des ressources naturelles et suivi de l'environnement). Il est évident que les programmes de recherche et les transferts de savoir-faire qui en découleront doivent se rapporter aux grandes thématiques abordées par le CRA. Par conséquent, on peut imaginer que la prise en compte de ces activités puisse se faire sans avoir besoin de changer en rien l'organisation actuelle. Toutefois, il est fortement souhaitable à l'avenir de responsabiliser directement chacun des cadres de ces unités par rapport à un programme de recherche bien déterminé et aussi par rapport à la proposition de nouveaux projets de recherche.

La prise en charge de la gestion des bases de données spatiales semble par contre nécessiter quelques ajustements. Au regard des activités proposées, la gestion des bases de données spatiales inclura l'ensemble des fonctions suivantes :

- l'acquisition et le pré-traitement et l'archivage des images satellites
- la mise en place et la gestion des bases de données spatiales composées de l'ensemble des couches d'information spatiales disponibles (couches topographiques, occupation des sols, pédologie, etc...) y compris et en premier les images satellites disponibles
- la définition, la mise en place et la gestion de bases de métadonnées associées aux bases de données spatiales
- la mise en place des outils graphiques de requête et d'extraction des informations contenues dans la base de données
- le développement de serveurs en vue de faciliter l'accès aux données aussi bien pour les cadres du CRA que pour les partenaires extérieurs
- la gestion et la mise à disposition des cadres du CRA des outils logiciels de traitement des données
- l'appui aux pays membres pour le développement de bases de données spatiales

A l'évidence, ces activités sont plutôt techniques et transversales. Il paraîtrait donc judicieux qu'elles ne relèvent plus à l'avenir de l'unité en charge de la gestion des ressources naturelles. Celle-ci devrait donc être amputée des ressources humaines en rapport avec ces fonction/tâches et en particulier des celles actuellement en charge du SIG et de l'acquisition et du pré-traitement des images satellites.

Si elle n'était encore en cours de gestation il semble indiqué de regrouper dans l'unité en charge de la base de données régionale les fonctions ainsi proposées et donc les ressources humaines venant de l'unité GRN. Une solution transitoire pourrait consister à créer une unité pour prendre en charge ces fonctions et ce dans le but d'accélérer la mise en œuvre des activités sans avoir à pâtir des contraintes liées au développement de la base de données régionale.

Enfin, au niveau de la gestion du personnel, il serait fortement souhaitable qu'à l'avenir les responsabilités et tâches de chaque expert soient clairement identifiées au sein des programmes de recherche ou d'assistance technique aux pays membres à mettre en place.

1.8.4 CONCLUSIONS

Les propositions ci-dessus répondent à la double ambition de développer l'utilisation effective de la télédétection et du SIG comme outil d'aide à la prise de décision et de positionner le CRA comme un pôle d'excellence et l'interlocuteur naturel dans ces deux domaines des pays membres du CILSS.

Après une décennie consacrée par le CRA à la maîtrise et le développement des premiers outils et produits dans ces deux domaines, il s'agit d'entraîner le Centre dans une nouvelle étape qui devrait se traduire à l'avenir par une plus grande utilisation dans les pays des produits et applications développés par le CRA dans ces deux domaines.

Ceci suppose de la part du CRA une plus grande capacité à mettre à la disposition des pays des produits et des chaînes de production adaptés à leurs besoins mais aussi un partenariat plus actif entre le CRA et les services techniques nationaux autour de cet objectif de promotion de l'utilisation des outils télédétection et SIG.

1.9 ANNEXE 3 : PROPOSITION DE PROGRAMME D'ACTIONS POUR LES ACTIVITES TELEDETECTION ET SIG DU CRA

1.9.1 APPUI AU DEVELOPPEMENT DE BASE DE DONNEES SPATIALES

Conception et réalisation du serveur interne de bases de données spatiales

Objectif : Faciliter l'accès aux données spatiales disponibles dans un premier temps pour les cadres du CRA puis pour l'ensemble des partenaires du CRA

Résultat attendus :

- Un serveur de données spatiales est mis en place et est facilement accessible dans les meilleures conditions de sécurité
- Des outils graphiques d'accès aux données sont disponibles pour les utilisateurs

Activités à mettre en œuvre

- Définition de la structure de la base de données spatiale en relation avec le projet de système régionale de banque de données
- la définition d'une structure de base de méta-données propre au CRA et associée aux bases de données spatiales
- Réalisation de la base de données et de la base de méta-données associée
- Conception et réalisation des outils graphiques de requête et d'extraction des informations contenues dans la base de données
- développement de serveurs en vue de faciliter l'accès aux données aussi bien pour les cadres du CRA que pour les partenaires extérieurs

Appui à la mise en place de bases de données spatiales dans les pays membres

Objectif : Apporter un appui décisif à la constitution dans les pays membres de bases de données spatiales et notamment topographiques

Résultat attendus

Un programme régional réaliste est élaboré et mis en œuvre avec la participation active des instituts géographiques des pays membres

Activités à mettre en œuvre

- Evaluation des options techniques et proposition de normes techniques de production
- Elaboration d'une stratégie de mise en œuvre visant à limiter les besoins en financement
- Elaboration d'un document de programme
- Evaluation des besoins par pays et définition des plans nationaux d'action (ces plans devront être conçus de sorte que leur mise en œuvre optimise les moyens existants et limite au strict minimum les besoins initiaux en financement)
- Formation des cadres nationaux
- Réalisation des travaux de numérisation et de mise en base

1.9.2 DEVELOPPEMENT DE PRODUITS ET APPLICATIONS

Objectif : Mettre en place un processus continue de développement de produits et applications nouvelles pour répondre aux problèmes rencontrés dans les pays membres

Résultats attendus

- Elaboration de programmes de recherche propres au CRA
- Développement régulier de nouveaux produits et applications

Activités à mettre en œuvre

- Elaboration d'un programme tri-annuel initial de recherche avec comme priorité les domaines suivants estimation des champs pluviométriques, estimation de la biomasse, estimation du rendement des cultures, suivi et caractérisation des feux de brousse
- Mise en place des partenariats avec les instituts de recherche des pays membres et ceux extérieurs au CILSS
- Définition des procédures pour le lancement par le CRA d'appel à idées en vue de recueillir des propositions originales de recherche
- Lancement d'appel à idées propre au CRA
- Participation active du CRA aux appels à idées et concours de sélection de projets de recherche lancés régulièrement par les grands organismes internationaux de recherche
- Mise en place de partenariat avec les institutions de recherche pour apporter un appui à la réalisation des programmes de recherche
- Mise en œuvre des projets de recherche avec l'ambition de prendre en compte autant que possible les différentes situations pouvant exister dans les pays membres
 1. Recherche bibliographique
 2. Proposition de méthodes
 3. Développement des outils
 4. Mise en place de protocole de validation et validation dans plusieurs pays membres

1.9.3 PROMOTION DE L'UTILISATION DE LA TELEDETECTION ET DES SIG DANS LES PAYS MEMBRES

Objectif

Faire en sorte que la télédétection et le SIG et les produits et applications qui en découlent et qui sont développées par le CRA soient effectivement utilisées dans les pays membres notamment pour atteindre les principaux objectifs du centre qui sont la contribution à la sécurité alimentaire et à une meilleure gestion des ressources naturelles.

Résultats attendus

- Maîtrise par les services techniques des pays membres des chaînes de production développées par le CRA
- Réalisation effective dans les pays membres des produits élaborés par le CRA
- Existence effective dans les pays membres de produits valorisant l'expertise acquise en télédétection et SIG notamment au profit des producteurs agricoles (agriculteurs et éleveurs)

Activités à mettre en œuvre

- Transfert sur CD-ROM de l'ensemble des archives de données NDVI
- Mise à disposition des pays membres de ces archives
- Facilitation de l'accès directe des pays membres aux images satellites (voir plus haut développement de serveur de données spatiales et hébergement au besoin du site auprès de prestataires extérieurs))
- Réalisation de documentation détaillée d'utilisation pour chacun des produits et applications développés par le CRA
- Réalisation de chaînes de production pour chacun des produits dont le stade de développement a atteint la phase opérationnelle. Actuellement, il s'agit du NDVI et des produits dérivés comme les comparaisons temporelles et spatiales ou le suivi des eaux de surface, mais aussi du DHC, et du SISP
- Mise en place de partenariat avec les services techniques potentiellement concernés
- Transfert dans les services techniques des pays membres des chaînes de production
- Formation du personnel directement sur les chaînes de production
- Assistance technique pour l'utilisation des chaînes de production et leur valorisation effective dans les activités des services techniques
- Définition d'un nouveau format de bulletin national avec un accent mis sur l'obligation de valorisation des produits élaborés sur place par les services techniques nationaux dans le cadre du transfert de savoir-faire réalisé par le CRA

1.10 ANNEXE 4 : TERMES DE REFERENCE DE LA MISSION

CILSS CENTRE REGIONAL AGRHYMET

MISSION D'EVALUATION DES ACTIVITES TELEDETECTION ET SIG

PRESENTATION DU CONTEXTE DE L'ETUDE

Le Comité Inter Etats de Lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS) a été créé en 1973 suite aux différentes sécheresses catastrophiques qui ont causé des pertes en vies humaines et d'une bonne partie du cheptel. Le CILSS regroupe neuf pays qui sont : le Burkina Faso, le Cap Vert, la Gambie, la Guinée-Bissau, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal et le Tchad.

Le Centre Régional AGRHYMET (CRA) créé en 1974 est une institution spécialisée du CILSS. Il comprend deux programmes majeurs : programme Majeur Information et programme Majeur Formation.

L'objectif majeur est de s'affirmer comme un pôle régional producteur et fournisseur de données brutes, de produits élaborés dans les domaines d'intervention opérationnelle, notamment le suivi de la campagne agricole pour contribuer à l'alerte précoce, au suivi et à la gestion des ressources naturelles, à la lutte contre la désertification dans les pays du Sahel.

Les fonctions du Centre sont, entre autres :

- Rassembler et traiter les données de la sous-région dans le cadre de la contribution à la sécurité alimentaire et à la gestion des ressources naturelles.
- Recueillir et diffuser les informations dans le domaine de la climatologie, l'agrométéorologie, l'hydrologie, la protection des végétaux, et de la gestion des ressources naturelles au bénéfice des instances du CILSS définissant les politiques régionales, d'une part, et de divers utilisateurs sahéliens et de la communauté internationale d'autre part.

Pour atteindre ces objectifs, une attention particulière a été accordée à l'utilisation des données satellitales NOAA/AVHRR et METEOSAT pour le suivi de la végétation, l'estimation des pluies et les produits dérivés liées à la sécurité alimentaire et à la gestion des ressources naturelles. Ainsi, les stations de réception PDUS pour acquérir les images METEOSAT a été installée en 1989 et la HRPT pour les données NOAA en 1990.

Les données satellitales haute résolution (Landsat et Spot) et de moyenne résolution (RESURS) sont utilisées dans le cadre d'études ponctuelles de caractérisation des états du milieu.

Pour l'analyse et la valorisation de ces informations satellitales, le Centre a consenti de lourds investissements en équipements, logiciels et formation de son personnel ce qui lui permet depuis de mettre à la disposition des états membres différents produits de façon régulière.

Le Centre mène également plusieurs études en collaboration avec des institutions régionales et internationales dans le domaine de la télédétection et SIG.

Après une décennie d'efforts dans ce secteur, le Centre souhaite procéder à évaluation globale des activités afin de tirer les enseignements des actions menées jusqu'ici en vue d'améliorer les produits et services pour mieux répondre aux besoins des utilisateurs.

OBJECTIFS

L'objectif principal de cette étude est d'aider le centre régional Agrhymet à évaluer les activités conduites depuis sa création en matière de télédétection et de SIG. Cette évaluation des activités se fondera notamment sur

- l'adéquation aux mandats du centre
- l'adéquation aux attentes des pays membres
- l'adéquation et la pertinence des outils, technologies, moyens matériels et méthodes mis en œuvre
- l'adéquation du personnel et des ressources humaines
- la pertinence de l'organisation interne mise en place pour la mise en œuvre des activités

Cette analyse devra déboucher sur des propositions concrètes pour doter le centre d'une politique et d'une stratégie cohérente de déploiement de ces activités dans le futur en veillant à :

- identifier clairement les attentes des utilisateurs tant au niveau des produits que de leur diffusion et du support technique pour leur valorisation
- proposer les outils, technologies, matériels et moyens à mettre en œuvre pour satisfaire ces attentes
- positionner clairement le centre par rapport aux autres structures nationales des états membres du CILSS
- définir les modalités et formes de partenariat à nouer avec les structures nationales en vue d'une meilleure synergie et surtout d'une meilleure valorisation des produits dans les actions et projets de développement
- définir une stratégie de veille technologique à mettre en œuvre avec les principaux acteurs du secteur afin de permettre au Centre de tirer rapidement profit des évolutions dans le secteur pour les transférer dans ses activités opérationnelles
- définir les voies et moyens pour permettre au Centre de jouer son rôle dans la mise en œuvre des grandes convention comme la CCD, CCC, CDB etc....,

METHODOLOGIE

Etude documentaire sur la base des documents relatifs aux différents projets (documents de projets, rapports d'exécution et d'évaluation)

Analyse des produits et de leur utilisation

Entretiens avec le personnel du centre

Enquêtes auprès des partenaires dans la réalisation des projets

Enquête de satisfaction et d'évaluation des besoins auprès des partenaires des pays membres

RESULTATS ATTENDUS

Cette étude devra se traduire par les documents suivants :

- Un rapport général de mission décrivant de façon succincte le déroulement de la mission (10 pages maximum)

- Un rapport faisant l'état des lieux en décrivant les différentes activités menées au Centre Régional AGRHYMET en matière de télédétection et de SIG et en faisant leur évaluation au regard des critères définis au niveau des objectifs.
- Un document proposant les grands axes de développement des activités en matière de télédétection et SIG
- Un document de programme proposant pour la prochaine décennie un ensemble cohérent d'activités à mettre en œuvre pour renforcer la capacité du centre à satisfaire les attentes du centre tout en restant un pôle d'excellence et d'innovation en matière de production d'information comme support à une meilleure gestion des ressources naturelles des pays du CILSS

CALENDRIER, DUREE ET ORGANISATION DE L'ETUDE

Durée : 3 mois consacrés (Travail documentaire, Entretiens au centre, Visite des Etats membres , Rédaction des rapports)

PROFIL ET QUALIFICATIONS DES CONSULTANTS

Formation universitaire en télédétection et SIG

Expérience d'au moins cinq ans des projets de développement en matière de télédétection et SIG notamment dans les pays du CILSS

Bonne connaissance du CILSS et du Centre AGRHYMET

N'avoir pas été impliqué dans la préparation ou la mise en œuvre des activités opérationnelles du Centre AGRHYMET en matière de télédétection et de SIG

Bonne connaissance des mécanismes et agences de financement des projets de développement

Bonne connaissance de la langue française

2 : Compte-rendu de la mission dans les pays membres

En collaboration avec
Dr Job ANDIGUE,
Expert Télédétection du Centre Régional AGRHYMET

2.1 BURKINA FASO

Visites effectuées du 28 Octobre au 2 Novembre 2001

2.1.1 DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE :

- La Direction reconnaît recevoir régulièrement les données NDVI
- Les données importées à travers le Net du CRA sont parfois dans des formats **.pc** illisibles par le système informatique de la Direction Nationale de la Météorologie (DNM) par exemple. De fait, les images d'indice de végétation, même si elles sont disponibles, sont inexploitable. Par le passé, les images étaient récupérées sous le format **Idrisi** et étaient faciles à traiter. Mais le passage au format **.pc** n'a pas été annoncé, le fichier entête des images fournies est ignoré.

Il est donc nécessaire de fournir des indications concernant les formats des images adressées au services ainsi qu'un manuel de procédures pour leur traitement.

- L'information pluviométrique est essentielle dans le suivi des campagnes agricoles, mais pour quelques services qui pourraient la recevoir, celle-ci n'arrive pas au bon moment et lorsqu'elle est disponible, la qualité des estimations n'est pas grande. La plupart des services techniques en place affirment ne plus recevoir des données relatives à l'estimation des pluies, les champs pluviaux notamment.

Le Burkina dispose de 80 stations pluviométriques fonctionnels mais les difficultés inhérentes au recueil des données de terrain et de leur remontée vers le CRA font que les données d'environ 15 stations pluviométriques seulement sont envoyées au CRA et prises en compte dans les opérations d'estimation des pluies au Centre AGRHYMET.

En vue d'établir une meilleure corrélation entre les données pluviométriques de terrain et celles du satellite, la DNM réclame les données brutes METEOSAT, notamment les CCD décennaires afin d'estimer les pluies localement, en utilisant des méthodes statistiques simples mais adaptées à ses attentes.

La Direction met aussi en avant la nécessité de mettre à la disposition des utilisateurs des images en dehors de la saison des pluies afin de suivre les activités (agriculture et élevage) hors campagne

- *Solliciter le concours du CRA pour développer un modèle d'estimation des pluies adapté à chaque pays, utilisant les fonctions des logiciels tels que **Excel, Windisp, ...** de manière à générer d'informations fiables sur les champs pluviaux.*
- *Impliquer les pays dans la fabrication des produits et expliquer davantage les produits en facilitant leur exploitation*
- *Fournir des images de la période après campagnes (octobre / novembre) en vue de l'estimation des superficies récoltées. A partir de février, les feux faussent l'estimation des superficies cultivées.*
- *Fournir aux services les produits SPOT Végétation pour le suivi du remplissage des bassins en eau en fin de saison.*
- *Intégrer les Instituts Géographiques Nationaux (IGB) et le PNGIM dans le GTP.*
- Peu de formations sont organisées dans les domaines de la Télédétection et du SIG, et l'Estimation de la biomasse.
- On a constaté que lors des formations continues, plusieurs modules sont programmés pour un créneau de temps relativement court. Cela ne permet pas aux participants

d'assimiler les enseignements dispensés ou de maîtriser parfaitement les outils et méthodes présentées. Exemple : en deux semaines, l'apprentissage de 3 ou 4 logiciels contribue à embrouiller davantage les stagiaires

- Depuis 1989, le CRA a formé beaucoup de cadres dans les pays du Cilss, mais sur le terrain, on ne voit ni le résultat de ces nombreuses formations organisées, ni une amélioration sensibles des activités dans les services techniques.

Mettre l'accent sur une formation Approfondie, destinée à maîtriser les méthodes et techniques employées au CRA, en limitant le nombre de modules ou celui des logiciels à apprendre par session de formation. Privilégier autant que possible les formations sur des chaînes de traitement opérationnelles destinées à être transférer dans les pays comme outil de travail après la formation.

Personnes rencontrées

MM Frédéric OUATTARA Directeur
Denis OUEDRAOGO Service Hydro-météorologie
Jean-Bosco YLBOUTO : Service Agro-météorologie
Ernest OUEDRAOGO : Service Informatique

2.1.2 DIRECTION DE PROTECTION DES VEGETAUX (DFPV)

- La direction recevait les cartes NDVI jusqu'à 1998. Depuis lors, plus rien.
- Les cartes NDVI sont utiles en début et fin des campagnes pour la lutte contre les criquets. Elles permettent de détecter les zones d'éclosion, d'orienter des équipes et les activités sur le conseil et de prodiguer de conseils pour une lutte efficace.
- Le CRA a doté la direction des appareils pour traiter les informations phytosanitaires mais le micro ordinateur ne fonctionne plus depuis l'an 2000.

Attentes :

- La DFPV souhaite développer avec le concours du CRA un modèle de prévision de lutte contre les criquets
- Sollicite de formations à la lecture et l'exploitation des cartes NDVI
- Remplacer le matériel informatique non fonctionnel
- La direction est intéressé par les informations sur l'estimation des pluies par satellite.

Personne rencontrée :

- M. COULIBALY

2.1.3 DIRECTION DES AMENAGEMENTS PASTORAUX ET DU FONCIER - DAPF

- La direction a identifié une zone appelée *espace pastoral* vaste de **2 millions d'ha** sur laquelle, elle est entrain de suivre l'évolution des pâturages, la vie des animaux sur le territoire, les mouches tsé-tsé...)
- La fourniture des données NDVI au format numérique servirait à mieux faire le travail. Notamment d'élaborer des interprétations correspondant aux réalités de terrain.
- La direction ne reçoit plus les données NDVI depuis plus de deux ans
- La légende et les échelles des cartes actuelles fournies par le CRA ne sont pas pratiques
- Le logiciel AP3A n'est pas maîtrisé
- Former les gens au traitement d'image et à l'exploitation des cartes NDVI
- Les ¾ des agents formés ont quitté le service

- La direction a l'intention de mettre en place un SIG, elle sollicite l'assistance technique du CRA.

Personnes rencontrées :

TIEMTORE SALIFO (Directeur)
TOURE Salif Etienne
MILOGO Dié Médard
DAPF 01 6507 Ouagadougou 01 Burkina Faso
Tél : (226) 32 46 51 /31 10 76

2.1.4 INSTITUT GEOGRAPHIQUE DU BURKINA

- L'IGB est bien intéressé par les produits du CRA mais ne les reçoit pas. Pour cela il souhaite devenir membre du GTP. l'institut a également beaucoup d'informations à apporter au CILSS à travers le CRA.
- L'IGB assiste actuellement le GTP du Burkina dans :
 - implantation des stations de mesures des données climatologiques
 - suivi des parcelles
 - campagne GPS
- L'institut accède facilement aux produits FEWS disponibles sur le Net. Ces produits sont comparables à ceux du CRA, et il s'en sert pour faire la prévision de ses activités.

Domaine de collaboration possible avec le CRA :

- Formation en SIG
- Constitution de la Base de données
- Echange des Base de données

L'IGB a numérisé entièrement les cartes topographiques du Burkina.

Les cartes à l'échelle du 1/20 000^e, 34 feuilles en tout existent sous la forme de base de données.

- Des contacts ont été établis avec le CRA et l'IGB pour la récupération de la Base de données mais par le Centre AGRHYMET contre un coût modeste appelé « prix de collaboration » : 4 planches pour la somme de 50.000 CFA au lieu de 200 000 CFA
- L'IGB a un projet d'élaboration d'une carte d'occupation des sols avec des données Landsat et sollicite un appui de la part du CRA . Il souhaite que le Centre lui fournisse les données Landsat et l'assiste à la réalisation dudit projet.
- Propose au CRA de définir un format de bulletin propre à chaque pays
- Définir clairement et complètement la liste des destinataires des bulletins en prenant en compte les producteurs.
- Former les pays à prendre le relais dans le traitement des données et la réalisation des bulletins. Plus précisément, aider les services techniques dans les pays à produire les informations qui les concernent.

Personnes rencontrées

MM TARNANGUIDA Directeur
DEMBELE Directeur Commercial

2.1.5 PROGRAMME NATIONAL DE GESTION DE L'INFORMATION SUR LE MILIEU (PNGIM)

Ce programme est un réseau de 14 services techniques constituant un système d'information sur l'Environnement :

- Le PNGIM ne produit de l'information mais constitue la **banque des données** de ses membres. Il coordonne les informations environnementales fournies par les différents services du réseau, les coordonne et les diffuse à l'attention de tous.
- Le Programme a produit la **nomenclature nationale d'élaboration des cartes d'occupation des sols**.
- Depuis 1998, il collabore avec le CRA dans le cadre du projet *Land Use Land Cover*, les cadres des services membres ont participé à des formations organisées par le CRA en 2001 sur la gestion de base de données (GBD/AP3A).
- Le PNGIM ne reçoit pas les produits du CRA. S'il pouvait être destinataire de ces produits, il pourrait facilement les mettre à la disposition des membres de son réseau.

- Il souhaite une collaboration avec le CRA dans le domaine du suivi du couvert végétal par l'utilisation des images NOAA et Landsat et sollicite l'appui du CRA en formation dans le domaine du traitement d'images.

- Il dispose actuellement des logiciels suivants : *Erdas Imagine – Arc Info – Arc View – Ilwis – Idrisi – Windisp*

Personne rencontrée :

Louis TRAORE

01 Bp 6486 Ouagadougou 01

Tél : (226) 30 73 43

Tél/Fax : (226) 33 37 00

ltraore@fasonet.bf

abdiasj@nescap.net

2.1.6 INSTITUT D'ETUDE ET DE RECHERCHE EN AGRONOMIE (INERA)

L'INERA élabore des produits thématiques notamment des cartographies de :

- sols par l'interprétation des photographies aériennes aux échelles comprises entre 1/10 000^e et 1/50 000^e,
- Ressources pastorales par l'exploitation des images satellitaires SPOT
- Identification des cultures (coton et céréales) avec le CIRAD
- Occupation des sols
- Inventaire des bas-fonds en utilisant les photographies aériennes et les images Landsat.

Les produits NDVI pourraient servir à faire des prévisions de rendement par exemple mais ils sont ignorés au niveau de l'Institut.

Les produits adaptés aux besoins de l'INERA sont principalement des images à grandes échelles (ICONOS et SPOT).

Personnes rencontrées :

- KONE Nicolas
- LAMINE Zerbo

2.1.7 DIRECTION DE L'INVENTAIRE DES RESSOURCES EN HYDROLOGIE (DIRH)

Le service Hydrologique ne reçoit ni les cartes NDVI, ni les données numériques, de ce fait il n'y a pas d'applications immédiates développées par la direction basées sur ces éléments.

Les produits cartographiques et numériques du CRA seraient utiles pour l'analyse et le suivi des bassins hydrologiques, les mares et zones inondables. Au Burkina, la superficie moyenne des mares est comprise entre 7 et 8 km. Cela constituerait d'autre part une source d'informations qui permettraient de borner des terrains et, d'entreprendre d'aménagements en vue d'empêcher les populations de s'installer dans les lits des cours d'eau.

Personne rencontrée

M. Innocent OUEDRAOGO, Directeur

2.1.8 DIRECTION DES STATISTIQUES AGRICOLES

Les interlocuteurs ont affirmé que les produits du CRA imprimées sur papier ont été reçus pendant un certain temps mais plus depuis au moins deux ans.

Le service qui s'occupe de statistiques agricoles et utilise grandement les données NDVI accède actuellement aux synthèses décennales par Internet sur le site de « African Data Dissémination Service » (ADDS) : [http : //edcsnw4.cr.usgs.gov/adds/adds.html](http://edcsnw4.cr.usgs.gov/adds/adds.html)

Les produits d'estimation des pluies ne sont pas systématiquement utilisées mais de façon épisodique pour corrélérer les tendances.

La direction des statistiques dispose un ensemble de logiciels constitué de **Windisp, Idrisi, Atlas GIS, Visual Carte**. Elle est également intéressée par le Logiciel Arc View mais aucun budget n'a été prévu pour acheter cet outil.

La direction des statistiques agricoles souhaite que le CRA teste des *logiciels gratuits* ensuite étudie les moyens de les vulgariser dans les pays.

GRASS par exemple est un logiciel exploitable sur les stations UNIX et LINUX, développé par les américains et s'obtient gratuitement

Personnes rencontrées :

- M. Joseph ILBOUDO
- M. Gilbert TRAORE

2.1.9 CONACILSS - OUAGA

La représentante du Comité National du Cilss Madame Pascaline TANINI a observé que les produits fournis par le CRA sont trop techniques et complexes, donc difficiles à exploiter. Même les synthèses envoyées régulièrement sont à son avis inexploitable.

Elle suggère au CRA d'élaborer des produits plus compréhensibles plus exploitables, adaptés aux attentes de chaque pays.

Mais cette opération semble difficile pour être menée à bien par une institution qui a une vocation régionale reconnaît elle. Alors, le CRA doit davantage s'investir dans l'élaboration et le développement des outils, il doit tester les nouvelles méthodologies, les valider avec les pays et les transférer ensuite aux services techniques concernés.

Le bulletin diffusé par le CRA est tellement *macro* qu'il ne sert pas efficacement ni à promouvoir les activités des services destinataires, ni aux techniciens chargés de prodiguer des conseils aux utilisateurs finaux qui sont les producteurs.

Le Directeur de la Météorologie Nationale qui était présent à la rencontre reconnaît les efforts fournis par le CRA en affirmant que le Centre a beaucoup fait à l'égard des pays à travers par exemple les formations assurées depuis 1988. Malheureusement, les personnes ayant bénéficié des formations quittent les services.

D'autre part, il a fait remarquer que le CRA élabore ses produits à partir des données fournies par les pays. Donc il ne sera pas tenu seul responsable pour les qualités insuffisamment appréciables des produits finaux.

2.2 TCHAD

Visites effectuées du 2 au 9 Novembre 2001

2.2.1 DIRECTION DE PROTECTION DES VEGETAUX ET DES CULTURES (DPVC)

Adresse : BP 1551 N'Djaména – République du Tchad
Tél : (235) **52 86 92** (standard) / **52 45 09** (ligne directe Directeur)
Fax : (235) **52 51 19**
e-mail suivant : dpv@intnet.td

Personnes rencontrées :

- Brahim IDRISSE : Directeur de la DPVC
- M'baïrodbé N'douba TODJIROM/ Directeur Adjoint
- Mahamat DAKOUSSAL : Responsable chargé de l'exploitation des produits du CRA.

Le CRA a doté la direction des Protection des végétaux et des cultures d'un micro ordinateur qui fonctionne toujours.

A partir de 1987 et 1988, la DPVC recevait régulièrement les produits NDVI par l'intermédiaire de la Direction de Ressources en Eau et de la Météorologie (DREM). Ces produits étaient utilisés pour identifier le front de végétation et localiser les zones du développement des criquets.

Depuis plusieurs années, la DPVC ne reçoit plus ni les données de Télédétection ni au format analogique ni au format numérique.

Le personnel de la Direction n'est pas informé de toutes les formations qui se déroulent au CRA et souhaite en être informé désormais directement par l'adresse e-mail suivant : dpv@intnet.td

2.2.2 LABORATOIRE DES RECHERCHES VETERINAIRES ET ZOOTECHNIQUES DE FARCHA (LRVZF)

Adresse : BP 433 – N'Djaména République du Tchad
Tél : (235) 52 74 75
Fax (235) 52 83 02

Personnes rencontrées :

- OUAIDDO DASSERING
- LOMAYE MBAIRANADJI
- BOUBA AMINOU

De 1988 à 1994, le LRVZF recevait les données NOAA dans le cadre du projet appelé : *Réseau d'Observation des Pâturages Naturels* (ROPANAT).

Les techniciens du laboratoire ont indiqué que la biomasse récoltée sur le terrain, comparée aux valeurs radiométriques des images NOAA permettait de faire un calibrage dont on se servait pour déterminer la production fourragère.

Le laboratoire dispose :

- des axes d'application d'images et autres produits NDVI
- d'un personnel qualifié
- mais le matériel est vétuste

Le LRVZ souhaite développer une collaboration plus étroite avec le CRA dans le but de valoriser ses produits et, d'autre part utiliser le canal « AGRHYMET » pour échanger d'expériences avec des structures similaires fonctionnelles dans d'autres pays.

2.2.3 CENTRE NATIONAL D'APPUJ A LA RECHERCHE (CNAR)

Adresse : BP 1228, N'Djaména - République du Tchad
Tél : 235 52 25 15
Fax : 235 52 32 14
e-mail : cnar@intnet.td

Personnes rencontrées :

- Baba Elhadj MALLAH : Directeur du CNAR
- Christian GOUNEL : Conseiller scientifique
- Joseph LIBAR : Chef de service Télédétection

Le CNAR joue un rôle d'observatoire en matière de la production et de gestion de l'information.

- Il assure la formation à l'Estimation des pluies au bénéfices des agents de la direction des ressources en eau et Météorologie.
- Il collecte toutes les données ayant trait à la production agricole
- Un système d'information sur le système de culture et un système d'information sur le système de production sont mis en place au CNAR.
- Le Centre pilote un réseau multidisciplinaire regroupant huit institutions de la place dans le domaine de la sécurité Alimentaire, une cellule permanente de ce réseau existe.
- Toutes les cartes topographiques de base sont scannées
- Une base de données regroupant des données socioéconomiques et cartographiques est constituée

Il y aura en moyen terme, un plan stratégique sur la recherche agricole au Tchad et le CNAR en sera le point focal.

Dans les années 1980, le CNAR recevait les données numériques en provenance du CRA sur des disquettes mais n'a pas développé des applications utilisant ces produits.

Le Centre n'avait pas de besoins spécifiques. Son mandat est essentiellement d'apporter un appui scientifique aux chercheurs, aux institutions de l'état ou aux ONG à travers la documentation, la formation et la production des supports cartographiques.

Actuellement, le CNAR ne reçoit que les bulletins du CRA mais pas les produits NDVI ni les champs pluviaux.

Il se positionne cependant comme un partenaire technique et scientifique valable. Il est disponible pour entretenir une collaboration étroite avec le CRA.

2.2.4 DIRECTION DE LA PROTECTION DE LA FORET ET DE LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION - DPFLD (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT)

Adresse : BP 447 – N'Djaména – République du Tchad
Tél : (235) 52 02 65

Personnes rencontrées :

- M. Ahmat AGALA : Directeur de la Protection de la Forêt
- M. Bardoum DJEKOURBIA : Directeur Adjoint.

La direction des forêts est « *un gros consommateur des produits sur l'indice de végétation* » a déclaré son Directeur. Mais celle-ci ne bénéficie pas des données en provenance du CRA. Un système d'information sur l'Environnement est opérationnel et concerne la zone d'approvisionnement d'un rayon de 200 km autour de la ville de N'Djaména en bois de chauffe. Ce système est géré par l'Agence pour l'Energie Domestique (AEDE).

La DPFLD souhaite devenir l'un des bénéficiaires des produits NDVI du CRA. Elle sollicite l'établissement d'un rapport direct entre elle et le CRA et désire être informée des programmes de formation à l'utilisation des images et produits NDVI.

2.2.5 DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET METEOROLOGIE (DREM) :

Adresse : BP 429 – N'Djaména – République du Tchad
Tél : (235) 52 30 81 / 52 60 01
Fax : (235) 5230 43
E -mail : sacdrem@intnet.td

Personnes rencontrées :

MM GABSOUBO
KLADOUMNAR
NODJIBAN
MINDE

Les champs pluviaux et les produits NDVI intéressent la Direction des Ressources en Eau et Météorologie à plus d'un titre. Ces données ont cessé de parvenir à la DREM depuis l'an 1999.

En novembre 2001, la DREM a reçu de nouveau les NDVI traités pour la 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} de septembre dernier.

Lorsque la DREM reçoit les produits élaborés par le CRA, (Pluies estimées, NDVI, Bulletins etc. ...), elle se charge de les :

- intégrer dans les circuits de ses productions
- mettre à la disposition des membres du GTP, les services techniques de la place, autres secteurs du développement

- utiliser pour conseiller les producteurs (éleveurs et agriculteurs)

La non réception des données distribuées par le CRA constitue un sérieux handicap.

Parallèlement aux données fournies par le CRA, la DREM recevait également les données sur les nuages à sommets froids (CCD) de la FAO, et de LANION. Ces données permettaient de comparer les quantités des pluies enregistrées ou pluies estimées çà et là, d'évaluer les résultats des campagnes ou d'alimenter des débats au sein du groupe technique pluridisciplinaire (GTP).

Depuis plusieurs années, ces institutions ont cessé d'adresser leurs données à la DREM. Seul le FEWS continue de jouer selon le personnel « une bonne politique de proximité » en fournissant régulièrement les cartes NDVI, l'estimation des pluies. La direction utilise actuellement ces produits pour :

- identifier les zones inondées en 1999 par exemple,
- suivre les criquets en zones sahéliennes
- conseiller les producteurs en relation avec leurs activités à des moments différents.

La Direction des Ressources en Eau et Météorologie recommande au CRA d'améliorer sa politique de distribution des produits NDVI à son égard. Elle souhaite que les données lui parviennent régulièrement et au bon moment pour lui permettre d'entreprendre les actions qu'il faut à la place qu'il faut.

La DREM désire comme la Direction de la Météorologie Nationale du Burkina, recevoir les CCD afin de les traiter selon ses attentes.

Elle encourage le CRA à poursuivre les formations continues. Il est préférable d'après les responsables interrogés, que certaines sessions de formation se tiennent dans le pays afin de permettre à un plus grand nombre de participants de bénéficier des connaissances dispensées.

La priorité est la formation au traitement d'images, l'interprétation d'images et l'estimation des pluies par satellite.

2.2.6 AGENCE POUR L'ÉNERGIE DOMESTIQUE ET L'ENVIRONNEMENT (AEDE)

Adresse : AEDE, BP 5483 – N'Djaména – République du Tchad
Tél : (235) 52 52 34
Fax : (235) 52 52 33
e-mail : aede@intnet.td

Personnes rencontrées :

- Ousmane OURDE : Chargé du SIG et Traitement Informatique
- Hissein HADJI TCHERE : Responsables des opérations

Le Système d'Information sur l'Environnement (SIE) est installé en juillet 2001 avec l'assistance technique allemande. Le rayon d'action couvre un espace géographique de 200 km tout autour de N'Djaména. Un plan directeur de la à gérer est établi. Les images Landsat sont traitées et utilisées comme données d'entrée du SIE.

L'AEDE n'a pas connaissance exacte des produits du CRA (NDVI et champs pluviaux), mais il est intéressé par ces éléments et souhaite en devenir l'un des bénéficiaires.

Il souhaite également bénéficier des formations en télédétection organisées par le CRA.

2.2.7 DIVISION DES STATISTIQUES AGRICOLES

Adresse : DSA BP 441 – N'Djaména – République du Tchad
Tél : (235) 52 39 54
e- mail : conacils@intnet.td

Personne rencontrée :

- MOUGABE LOTARD : Chef de division.

Les cartes d'indice de végétation ainsi que les cartes de comparaison élaborées par le CRA sont pour la division des statistiques agricoles des produits de grande valeur. Ces éléments permettent de :

- assurer le suivi agropastoral
- d'identifier puis de caractériser des zones
- faire la prévision des rendements
- valider les indicateurs classiques

La division affirme recevoir de manière non régulière les produits du CRA. Aucun élément lui a été adressé en l'an 2001.

Le CRA a doté la division de deux micro ordinateurs de type PC en vue d'assurer la gestion des bases de données, mais aucun logiciel adapté à l'exploitation des données n'existe au sein du service.

Il existe un besoin important en formation notamment dans les domaines des statistiques, SIG et télédétection. Le seul agent de la division qui a été formé en SIG travaille maintenant ailleurs.

2.3 GAMBIE

Visites effectuées du 11 au 16 Novembre 2001

2.3.1 WATER RESOURCE

- e-mail : dwr@gamtel.gm

Personne rencontrée:

- Bernard GOMEZ

Le département des Ressources en Eau a cessé de recevoir les produits du CRA à partir de l'an 2000. Les données étaient adressées généralement en format analogique sur papier et en format numérique sur disquettes. Ces produits ne servaient pas à faire beaucoup de choses compte tenu du fait que la Gambie est un petit pays d'environ 20 km de largeur. NDVI sert principalement à suivre les pâturages en extrapolant à partir des résultats présentés pour les autres pays.

L'estimation des pluies par satellite semble être l'élément le plus intéressant pour le service. Le service a besoin de former son personnel à la production et à l'exploitation des données NDVI et aux techniques de l'estimation des pluies.

Le changement du personnel et le déplacement des cadres formés constitue un handicap sérieux à l'avancement des activités. En matière de formation, les interlocuteurs pensent qu'une formation organisée au niveau local est plus souhaitable.

2.3.2 NATIONAL ENVIRONMENT AGENCY (NEA)

E-mail : nea@gamtel.gm

Personnes rencontrées

- JAMES JOHNSON

L'Agence National de l'Environnement est membre du GTP. Il a développé en rapport avec ses activités, des axes d'applications utilisant les estimations des pluies mais, ne reçoit pas régulièrement les produits en provenance du CRA. Le NEA centralise toutes les informations sur l'Environnement et les met à la disposition des autres services techniques en Gambie.

L'Agence National de l'Environnement (NEA) ne fait pas de collecte de données sur le terrain. Les données sont fournies par neuf autres départements techniques en place. Chaque service technique concerné est chargé de collecter un type de données spécifiques (*statistiques agricoles, données d'enquêtes sur l'utilisation des terres, sols et gestion de l'eau...*) et, l'envoi à l'Agence National de l'Environnement. L'ensemble des données reçues sont stockées et classées dans 5 différentes bases de données thématiques appelées **Data center (le centre commun de données)**. Il les exploite ensuite pour en créer de nouveaux produits élaborés tels les cartes thématiques, des schémas ou graphiques issues des analyses statistiques. Les données stockées ainsi que les produits élaborés sont mis à différents formats à la disposition de leurs fournisseurs ou, à d'autres utilisateurs locaux intéressés, y compris le GTP.

Le NEA souhaite que soient mis à sa disposition de manière régulière les champs pluviométriques produits par le CRA afin de lui permettre d'améliorer la qualité de ses productions et, de satisfaire aux demandes des autres services.

Il souhaite que soit conçue une formation à la production et à l'exploitation des données satellitaires sur place à Banjul.

2.3.3 AGRICULTURAL DEPARTMENT

Adresse:

Department of Agricultural Services
Cape St Many – Bakan, The Gambia
Tél : 49 54 20 (std) / 49 41 15 (direct)

Personnes rencontrées :

- M. YAYA B. SARR, - (Director)
- M. ABDOULIE M TONVAY : MSE officer

Le Département recevait les produits du CRA à travers le point focal (Water Resources Services) mais pas directement. Ces produits étaient ensuite intégrés dans le circuit de production propre au service, notamment le suivi hebdomadaire des cultures et l'estimation des rendements.

Depuis plus de deux ans, le service ne reçoit plus les produits en provenance du CRA par le canal ordinaire signalé.

Le Département a exprimé sa demande de formation pour son personnel dans le domaine de l'exploitation des NDVI.

2.3.4 LIVESTOCK (DEPARTEMENT DE L'ELEVAGE)

E- mail : dls@gamtel.gm
Ou jmsowe@yahoo.fr (à l'attention de Jabel M. SOW)

Personnes rencontrées :

- JABEL M. SOW

Comme les autres membres du GTP, le service de l'élevage recevait les données NDVI qu'il utilisait pour matérialiser la disponibilité de la biomasse et des formations fourragères. Mais la rupture dans la fourniture des produits NDVI intervenue depuis quelques années, rend cette tâche assez difficile.

Le Département de l'Elevage estime que le CRA devrait améliorer son système de communication avec les utilisateurs de ses produits. Le système actuel n'est pas efficace, il faudra renforcer le mode de transfert via Internet. Il souhaite obtenir les données au format numérique.

Le Département de l'élevage sollicite une formation de ses cadres à la production des supports NDVI, l'interprétation des images et à leur utilisation. Il est souhaitable et plus profitable que la formation soit organisée sur place à Banjul d'après les responsables.

2.3.5 PEST CONTROL DEPARTMENT (PROTECTION DES VEGETAUX)

E-mail : apmu@gamtel.gm

Le NDVI est un bon indicateur qui montre bien les régions sèches et les zones humides. Il permet de suivre des phénomènes sur le terrain, et préparer des interventions.

Le *Pest Control Department* désire obtenir les données en format numérique afin d'en entreprendre des analyses adaptées à ses attentes.

- La formation à l'exploitation des produits NDVI est indispensable
- Le matériel informatique attribué par le CRA est très amorti, son remplacement est nécessaire.

2.3.6 DEPARTMENT OF LAND AND SURVEYS

E-mail : survey@ganet.gm

Adresse:

Dept of Lands and Surveys 12 Marina parade
Banjul, Gambia

Personne rencontrée:

- O. S. JARSUSEY

C'est un service qui fait le cadastre, établit des cartes topographiques issues de l'interprétation des photographies aériennes. Il dispose de la base cartographique sur la Gambie.

Le service n'a pas développé des applications nécessitant les produits NDVI. De ce fait, il n'est pas informé des produits du CRA. Toutefois le service souhaite intégrer le groupe pluridisciplinaire en Gambie pour apporter un appui dans le domaine de SIG et partager les expériences avec d'autres services techniques du le pays.

2.3.7 NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE (NARI)

e-mail : nari@qanet.gm

e-mail : Midarboe@yahoo.fr

Personne rencontrée

Le NARI est un service qui s'occupe de la Recherche dans le domaine des sols et de l'agronomie.

Le responsable du service affirme n'avoir jamais pris connaissances des produits du CRA auparavant. Mais il trouve que NDVI et l'estimation des pluies sont des produits très importants et parfaitement adaptés à leurs objectifs. Par conséquent, le NARI souhaite devenir un bénéficiaire des produits du CRA.

L'Institut manque actuellement du personnel formé en Télédétection et SIG, et souhaite être informé des programmes des formations continues du CRA.

2.4 MALI

Visites effectuées du 18 au 22 Novembre 2001

2.4.1 DIRECTION NATIONALE DE L'AMENAGEMENT HYDROGRAPHIQUE ET DIRECTION NATIONALE DE LA CONSERVATION DE LA NATURE

e-mail : dnhe@malinet.ml

e-mai : conservationnature@datatech.ml

Direction de la conservation de la Nature

Tél : 23 36 97 / 23 36 95

Fax : 23 36 96

Personnes rencontrées :

- TANGARA OUSMANE YANDI (Cartographe forestier)
- LAMUSTAPHA FOFANA (Hydrologue)
- OUSSEINI MAIGA : (Hydrologue ABN point focal)

Les produits du CRA sont reçus dans le cadre du GTP et servent à la confection des bulletins nationaux. Il est nécessaire d'améliorer le mode de leur transmission. Le FEWS envoie les mêmes produits. Ceux-ci sont utilisés pour faire des synthèses hydrographiques.

La direction a besoin de faire des prévisions et fournir des indications sur la disponibilité de l'eau dans les bassins durant l'année.

Les services techniques au Mali disposent d'une quantité importante de données et d'informations dont les cadres sont capables de mieux exploiter. Les cadres du service souhaitent que des formations pluridisciplinaires soient conçues en collaboration avec les CNA sur des thèmes bien adaptés. Et, que des sessions des formations se tiennent dans les pays concernés. La direction n'est pas tenue informée des programmes des formations continues.

2.4.2 DIRECTION NATIONALE DE L'APPUI AU MONDE RURAL (DNAMR)

e-mail : dnamr@malinet.ne

Personnes rencontrées :

- BANJOUGOU CAMARA

La DNAMR est l'institution qui préside le GTPA au Mali.

Lorsqu'elles existent, les cartes NDVI, servent à

- faire de l'Alerte précoce,
- suivi des campagnes,
- définition des poches ou zones vulnérables.

Au Mali, le FEWS est devenu un élément actif du GTP. Il fournit régulièrement les fichiers numériques des images décennales aux services techniques de la place.

Les produits du CRA étaient souvent reçus en format papier, l'information est figée avec parfois une échelle qui ne permet pas d'identifier tous les problèmes qui posent sur une zone géographique donnée.

La DNAMR a besoin des images distribuées par le CRA pour suivre l'évolution des eaux de surface à GAO ; SEGOU et le Delta du Niger et la culture du riz. Les cartes de feux et des mares sont également sollicitées.

2.4.3 DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE (DMN)

Personne rencontrée :

- DJIBRILA MAIGA : Chef de division Agrométéorologie
- Birama Diarra

Les produits de Télédétection et SIG distribués par le CRA sont reçus. Les images Meteosat, notamment les champs pluviaux sont utilisées pour déterminer les zones à risques (ZAR).

La DMN souligne que les données du CRA arrivent avec retard, pour cela, elle prend les données FEWS, plus régulières, pour avancer ses activités durant la campagne.

Les produits NDVI couplés avec les champs fournissent des indications très appréciables sur les semis. Ils permettent notamment d'établir un calendrier prévisionnel de semis est bien apprécié par les paysans.

Deux problèmes principaux sont signalés :

- 1- Il est difficile de réaliser une analyse fine de la pluviométrie sur l'ensemble du Mali. La collecte et la remontée des données de terrain vers les services centraux connaissent beaucoup de problèmes. Ces raisons justifient entre autres de l'éclatement du GTPA, qui désormais représenté au niveau des régions. Cette expérience semble être positive car en se faisant représenté dans les provinces, le GTPA s'est rapproché du producteur,

ainsi, les informations concernant la Sécurité Alimentaire et les conseils sur la gestion des ressources naturelles circulent mieux.

- 2- L'assistance technique opérationnelle au profit de la DMN et des membres du GTP demande à être renforcée. Il n'existe par à ce jour, une technique fiable locale et valide qui permet d'exploiter au maximum les potentialités des images Meteosat (estimation des pluies en vue de déterminer les champs pluviaux à partir des données disponibles).

Les produits NDVI mis à disposition par le FEWS ne sont pas du même format que ceux provenant du CRA. Ce sont les données NOAA GAC (Global Area Coverage) de résolution 8 km, tandis que le CRA fournit les images de NOAA LAC (Local Area Coverage) de résolution 1 km. Les derniers produits sont évidemment plus intéressants mais parviennent de manière irrégulière.

L'assistance italienne a aidé la DMN à utiliser les données GAC pour réaliser des cartes de comparaison de NDVI. Ces supports permettent actuellement de :

- détecter des zones à problèmes
- suivre les zones géographiques d'intérêts économiques
- prodiguer des conseils aux producteurs

Le bulletin mensuel du CRA paraît d'une utilité très discutable aux yeux des cadres de la DMN qui suggèrent la confection de 3 bulletins flash qui présentent :

- des alertes en début de campagne
- évolution générale , au milieu de la campagne
- bilan des situations en fin de campagne.

- Le CRA est sollicité pour satisfaire les demandes en informations pour la période après campagne dans les domaines suivants :

- suivi des cultures maraîchères / cultures de décrue
- terroirs pastoraux
- zones inondables / mares
- feux actifs

La DMN souhaite également que le CRA utilise ses ressources et capacités pour développer des méthodologies qui pourront être testées au niveau des GTP puis transférées aux services techniques dans les pays.

2.4.4 DIRECTION NATIONALE DE L'AMENAGEMENT ET DE L'EQUIPEMENT RURAL (DNAER)

e-mail : dnaer@malinet.ml

Personne rencontrée :

Mme BA MAIGA Fatima Service chargé de l'Elevage

La DNAER fournit les informations sur la Biomasse et l'élevage pour l'agrométéorologie au Mali. Quelques cadres de ce service ont bénéficié d'une formation à l'utilisation de NDVI au CRA, d'autres se sont formés sur le tas à l'utilisation de *IDRISI*. Personne n'a été formé sur l'utilisation du logiciel *Arc-View*. La direction ne dispose que d'un micro ordinateur tournant sur DOS. Les logiciels disponible sont le SGBD de AP3A et SURFER 3.0.

Les cartes NDVI (support papier) reçues du CRA sont exploités. L'inexistence d'un PC puissant limite les possibilités d'exploitation des données numériques par la DNAER qui se fournit aussi assez régulièrement en produits auprès du FEWS.

Tous les produits NDVI (CRA et FEWS) sont utilisés pour identifier les zones de pâturages et conseiller les éleveurs. Une formation complémentaire est fortement souhaitée pour aider à déterminer les superficies observées.

Les « GTP régionaux » assurent le relais dans la diffusion des informations élaborées par la DNAER. L'expérience est satisfaisante et elle encourage les paysans à suivre attentivement à travers les médias, les informations et conseils agrométéorologiques.

Besoins exprimés :

- Formation des cadres à l'exploitation poussée des produits NDVI
- Stage de remise à niveau et de perfectionnement des anciens techniciens formés
- Formation en télédétection, SIG et interprétation des images
- Le souhait que le CRA cible des besoins essentiels des services, et conçoive des modules qui les intègrent paraît plus profitable que l'enseignement général et dense, organisé sur l'utilisation de plusieurs logiciels au cours d'une session est souligné.

Les services s'attendent à ce que les formations reçues leur permettent effectivement de réaliser des produits à travers un outil principal maîtrisé.

2.4.5 **INSTITUT DE L'ECONOMIE RURALE (IER)**

Personne rencontrée :

- Sibiri TRAORE

e-mail : madu.doumbia@ier.ml

e-mail : hamala.diakite@ier.ml

L'institut reçoit les CD-ROM contenant des données prétraitées distribués par AP3A. Les produits NDVI présentent un intérêt limité pour les activités actuelles de l'IER.

L'échelle des documents produits à base d'indice de végétation est peu opérationnelle au niveau de l'exploitation.

2.4.6 **SERVICE DE LA PROTECTION DES VEGETAUX (SPV)**

e-mail : dprpav@cefib.com

Personnes rencontrées :

- M. FAKABA DIAKITE
- SALIF DIARRA

Les Produits NDVI étaient fournis au service de la protection des végétaux par USAID. Depuis deux années, la distribution a cessé. Le service ne reçoit pas les produits télédétection et SIG du CRA alors que le besoin de l'utilisation des produits NDVI existe et s'amplifie.

- Le SPV ne dispose pas de matériel et outils nécessaires à l'exploitation des images en format numérique
- Le personnel formé est ancien et en nombre limité puisqu'une seule personne a été formée depuis 10 ans aux techniques de traitement d'images.

Les souhaits du SPV sont :

- Le service de la protection des végétaux souhaite devenir un partenaire du CRA, car actuellement il n'est pas représenté dans le GTP

- Sollicite un équipement adéquat pour l'exploitation efficient des produits NDVI
- Formation à la production des supports NDVI et à leurs exploitations.

2.5 NIGER

2.5.1 DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE :

Personne rencontrée

Mr Idrissa Hassane, Chef division agrométéorologique

- La Direction reconnaît avoir reçu régulièrement les données NDVI avant que n'apparaissent depuis bientôt trois ans des difficultés.
- L'information pluviométrique est essentielle dans le suivi des campagnes agricoles, mais pour quelques services qui pourraient la recevoir, celle-ci n'arrive pas au bon moment et lorsqu'elle est disponible, la qualité des estimations n'est pas grande.

En vue d'établir une meilleure corrélation entre les données pluviométriques de terrain et celles du satellite, la DMN réclame les données brutes METEOSAT, notamment les CCD décennaires afin d'estimer les pluies localement, en utilisant des méthodes statistiques simples mais adaptées à ses attentes.

La Direction met aussi en avant la nécessité de mettre à la disposition des utilisateurs des images en dehors de la saison des pluies afin de suivre les activités (agriculture et élevage) hors campagne

Une remarque a également été faite sur l'organisation des sessions de formation qui selon les interlocuteurs interviennent plusieurs mois avant le début de la campagne, unique période pendant laquelle les données sont exploitées. Le souhait a donc été exprimé que les dates des formations soient autant que possible proches de la saison agricole pour réduire les risques d'oubli des connaissances acquises.

2.5.2 DIRECTION DE LA PRODUCTION ANIMALE (DPA)

Personne rencontrée

Mr Nassirou El Inguini : Responsable salle informatique

Ce service est le seul durant toute la mission où au cours de la visite les agents travaillaient concrètement sur les produits du CRA.

La DPA utilise ces produits et en particulier l'indice de végétation NDVI pour l'estimation de la biomasse sèche et de la capacité de charge en vue de l'élaboration des mesures de gestion à proposer aux décideurs notamment politiques.

La DPA a bénéficié pour cela d'une assistance technique de projets financés par l'USAID qui ont aidé à développer la méthodologie et les outils. Depuis la fin de ces projets, le CRA est le principal partenaire pour l'élaboration de ces produits. Les interlocuteurs rencontré ont indiqué être particulièrement satisfaits de la collaboration avec le CRA, tant en matière d'assistance technique qu'en matière de formation.

Ce service est le seul à ne signaler aucune discontinuité dans l'acquisition des données que ces agents se chargent d'aller chercher eux mêmes dès qu'ils sont disponibles (dans le cas où la transmission n'a pas été faite par le CRA).